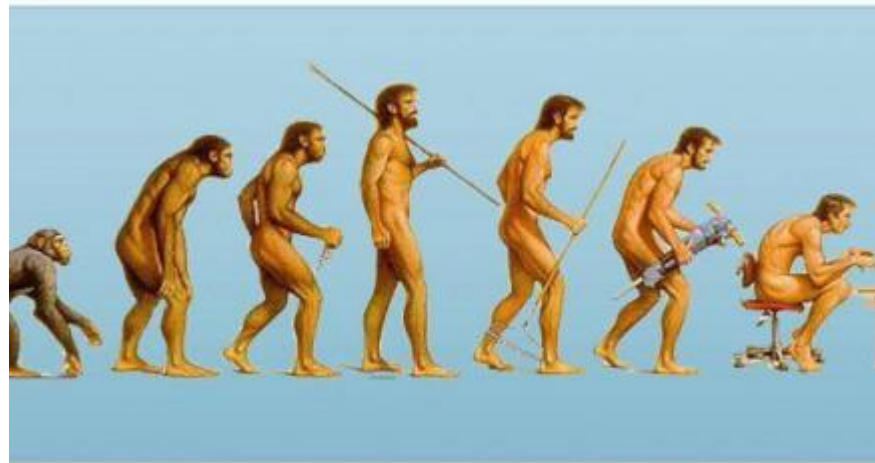


Podstawy Ergonomii



Ergonomia

Wojciech Jastrzębowski

RYS

ERGONOMJI

czyli

NAUKI O PRACY

opartej na prawdach poczerpniętych
z Nauki Przyrody

1857 rok

“Nazwiskiem Ergonomii,
wziętym od wyrazu greckiego *ergon* (praca)
i *nomos* (prawa, zasada),
oznaczamy Naukę o Pracy, czyli o używaniu nadanych człowiekowi
od Stwórcy sił i zdolności”

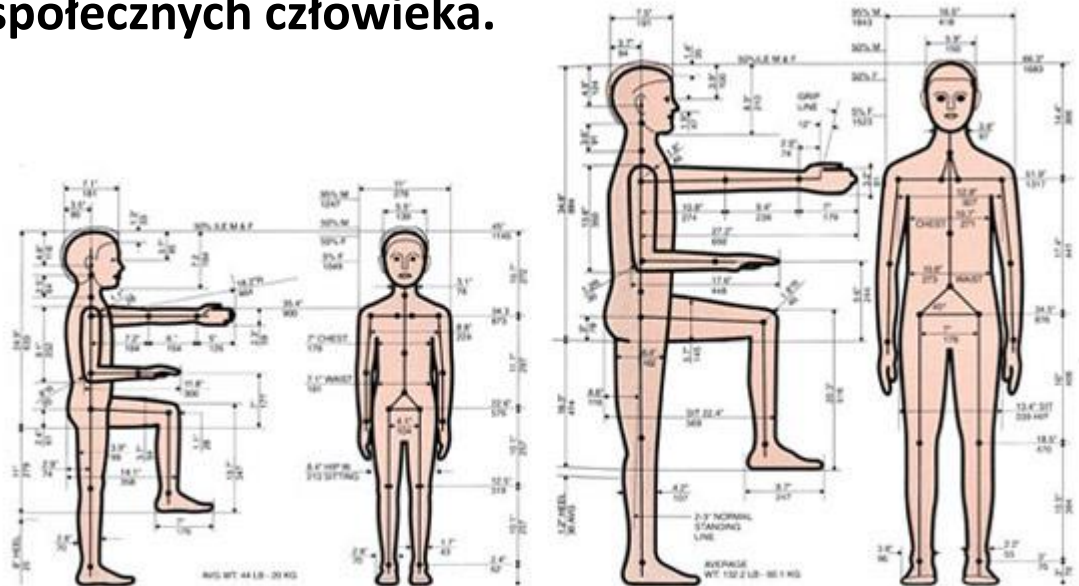
Definicje Ergonomii

Kenneth Frank Hywel Murrell (1949)

Ergonomia to nauka o związku pomiędzy człowiekiem i jego środowiskiem pracy

Według Polskiego Towarzystwa Ergonomicznego (1983)

Ergonomia to nauka stosowana zmierzająca do optymalnego dostosowania narzędzi, maszyn, urządzeń, technologii, organizacji i materialnego środowiska pracy oraz przedmiotów powszechnego użytku do wymagań i potrzeb fizjologicznych psychicznych i społecznych człowieka.

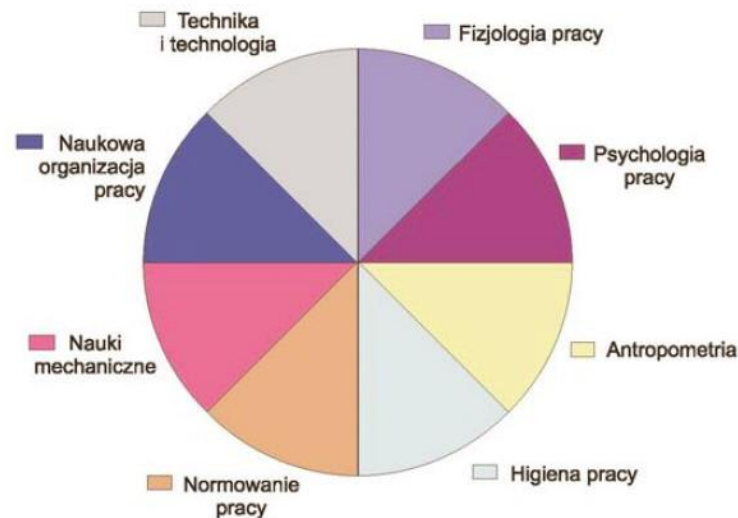


Definicje Ergonomii cd.

Według Międzynarodowego Towarzystwa Ergonomicznego
IEA - International Ergonomics Association (2000)

Ergonomia to dziedzina naukowa zajmująca się wyjaśnianiem wzajemnego oddziaływania pomiędzy ludźmi i innymi elementami systemu oraz profesja, w której wykorzystuje się teorie, zasady, dane i metody do projektowania, w celu optymalizacji działania systemu jako całości i dla dobra człowieka.

NAUKI TECHNICZNO
- ORGANIZACYJNE



NAUKI O CZŁOWIEKU

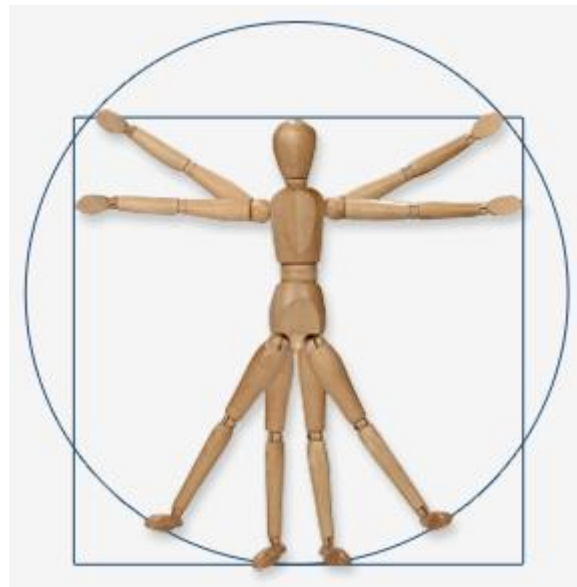
Cel Ergonomii

**Celem ergonomii jest przyczynianie się do tworzenia układów sprawnych pod względem użytkowym i humanitarnym.
Sprawnych użytkowo, tzn. skutecznych i ekonomicznych.
Sprawnych humanitarnie, tj. bezpiecznych, nieszkodzących zdrowiu i wygodnych.**



Funkcje wiedzy ergonomicznej

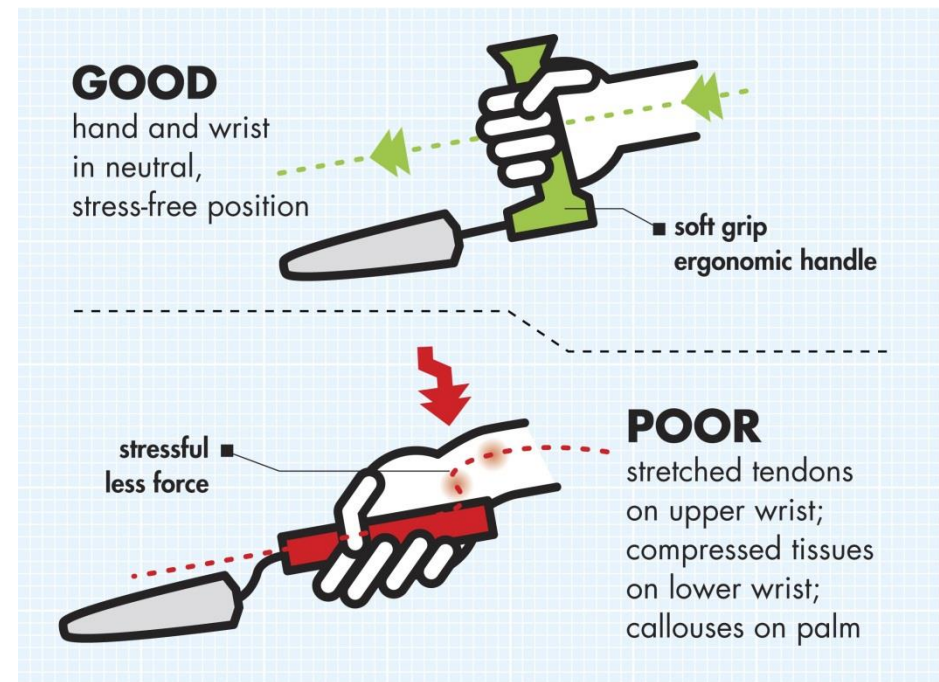
1. Podstawa do projektowania nowych wytworów technicznych lub zmian w starych.
2. Sprawdzenie weryfikujące lub falsyfikujące innowacje ergonomiczne.
3. Inspiracja i impuls do poszukiwania nowych doskonalszych rozwiązań strukturalnych w technice i organizacji.



Działania w zakresie ergonomii

- **ERGONOMIA KONCEPCYJNA** - jest to wprowadzenie zasad ergonomii już w trakcie projektowania systemów.
- **ERGONOMIA KOREKCYJNA** - zajmuje się korekta warunków pracy na drodze modernizacji istniejących i pracujących już maszyn i urządzeń oraz wprowadzeniem elementów zabezpieczających ludzi przed niekorzystnymi wpływami środowiska pracy.

Różnorodne relacje między człowiekiem a systemem organizacyjnym i społecznym oraz technologią funkcjonującą w ramach tego systemu.

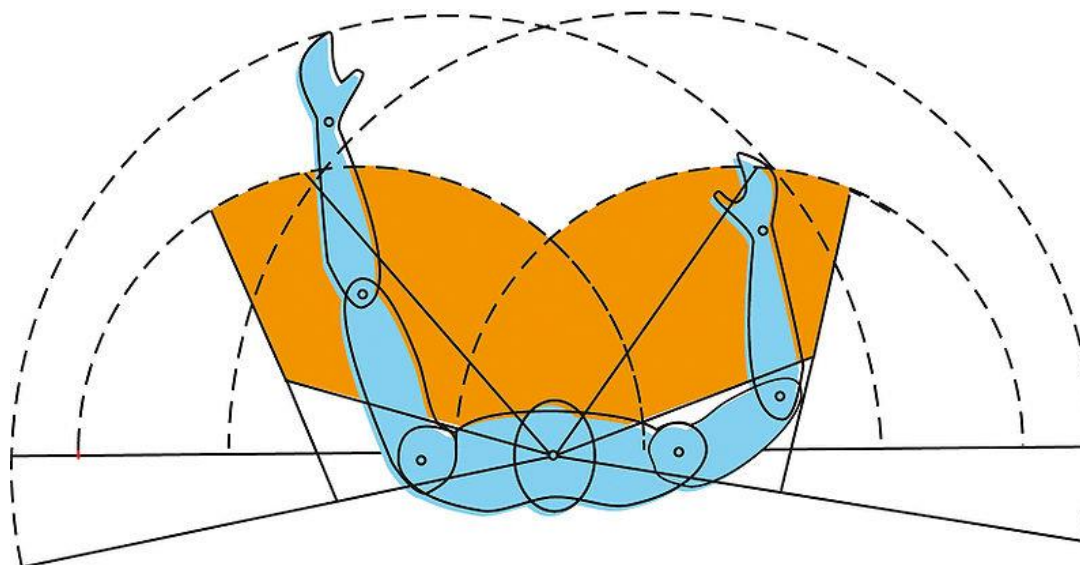


Proste techniki organizatorskie

- **rozszerzanie pracy** (*job enlargement*) – czyli przydzielanie pracownikowi nowych, bardziej złożonych zadań, poszerzanie zakresu czynności wykonywanych na stanowisku pracy (dodanie operacji), umożliwianie wykonywania całego wyrobu lub znacznej jego części
- **wzbogacanie pracy** (*job enrichment*) – czyli scalanie czynności o różnym stopniu trudności w ramach jednego zadania, zwiększanie stopnia swobody i podejmowania decyzji w zakresie wykonywanych przez pracownika czynności, umożliwienie mu samodzielnego planowania i organizowania pracy
- **wymiennosc pracy** (*job rotation*) – czyli zmiana rodzaju pracy, rodzaju czynności, która polega na zamianie jednego wykonawcy na innego przy danej pracy
- **wymiennosc stanowisk pracy** (*job switching*) – czyli zmiana miejsca pracy w ciągu dnia, tygodnia i dłuższych okresów

Zadania ergonomii wyrobów

- dostosowanie obiektów technicznych do wymiarów i kształtów ciała człowieka
- zapewnienie funkcjonalności obiektu technicznego (sprawności, niezawodności, podatności na regulacje i naprawy, łatwości likwidowania po zużyciu, itp.)
- zapewnienie bezpieczeństwa i komfortu użytkowania obiektu technicznego
- eliminowanie negatywnego wpływu wyrobu na warunki środowiska człowieka
- dbałość o estetykę kształtów i barw obiektu technicznego



Korzyści uzyskiwane dzięki jakości ergonomicznej urządzeń technicznych

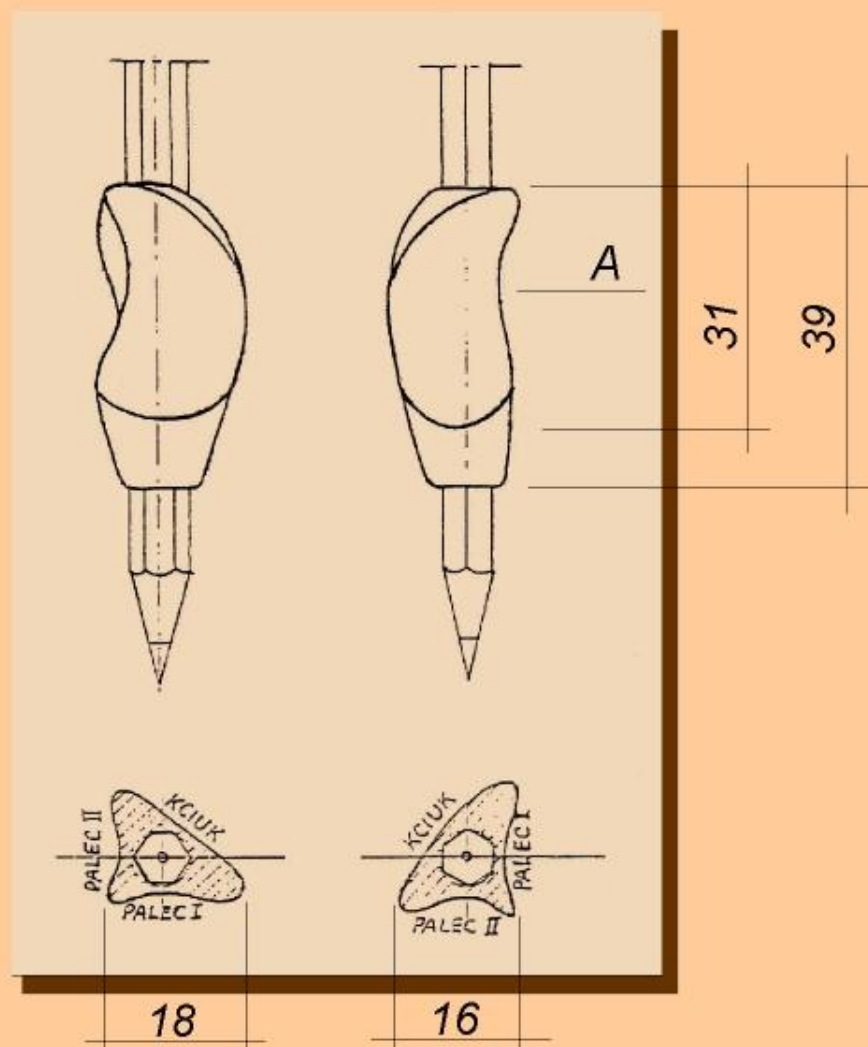
- zmniejszenie kosztów biologicznych pracy
- lepsza i wydajniejsza praca
- zmniejszenie liczby i kosztów braków i błędów popełnianych w pracy
- zwiększenie bezpieczeństwa pracy i eliminacji chorób zawodowych
- lepsze wykorzystanie czasu pracy
- ograniczenie absencji chorobowej
- zwiększenie satysfakcji z pracy oraz pozytywnej motywacji
- odczucie zadowolenia i przyjemności z kontaktu z urządzeniami technicznymi



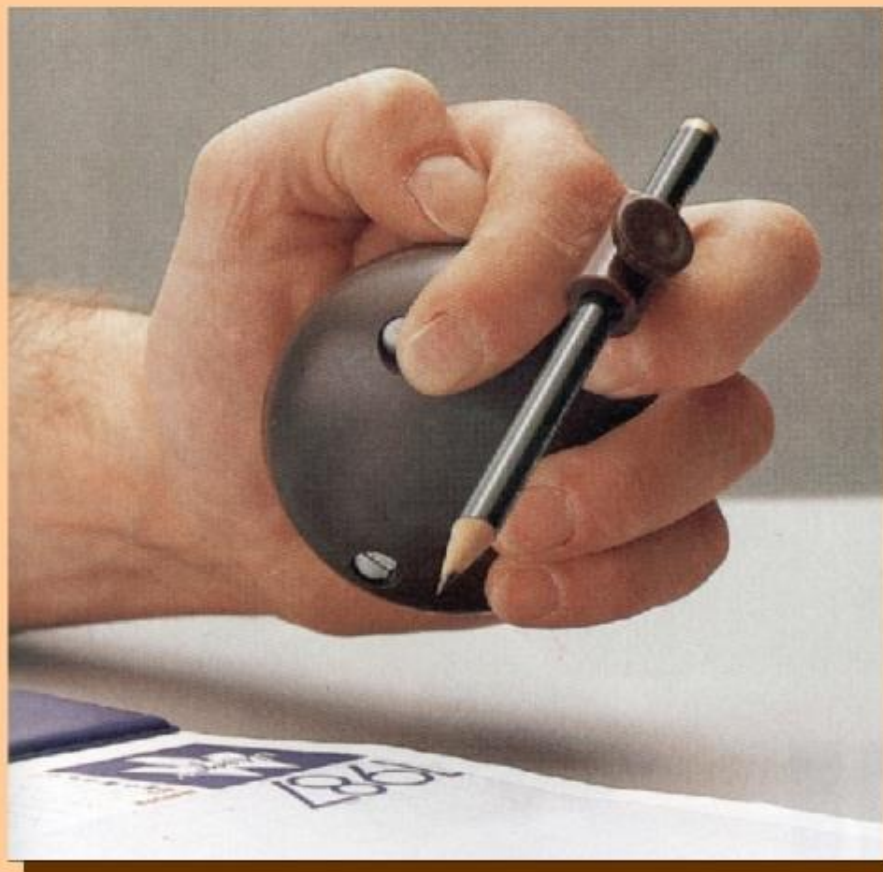
Straty powodowane niską jakością ergonomiczną urządzeń technicznych

- **straty ekonomiczne bezpośrednie**, których wielkość możliwa jest do oszacowania (niska wydajność i produkcja braków spowodowana przemęczeniem nadmiernym hałasem, złym oświetleniem, wysoką temperaturą, skutki wypadków przy pracy, choroby zawodowe, zwolnienia lekarskie, itp.);
- **straty pośrednie**, których wielkości nie można w prosty sposób oszacować (utrata zdrowia, duża płynność kadr, niszczenie materiałów, narzędzi i maszyn wskutek niedbalstwa i nie lubienia swojej pracy, itd.);
- **straty moralne**, nie poddające się ekonomicznej wycenie (złe samopoczucie spowodowane zmęczeniem, brak poczucia podmiotowości: wzrost bierności i apatii, zanik potrzeby wartości wyższych, itp.).

Nasadka na przyrząd do pisania (wzór użytkowy nr 45689)



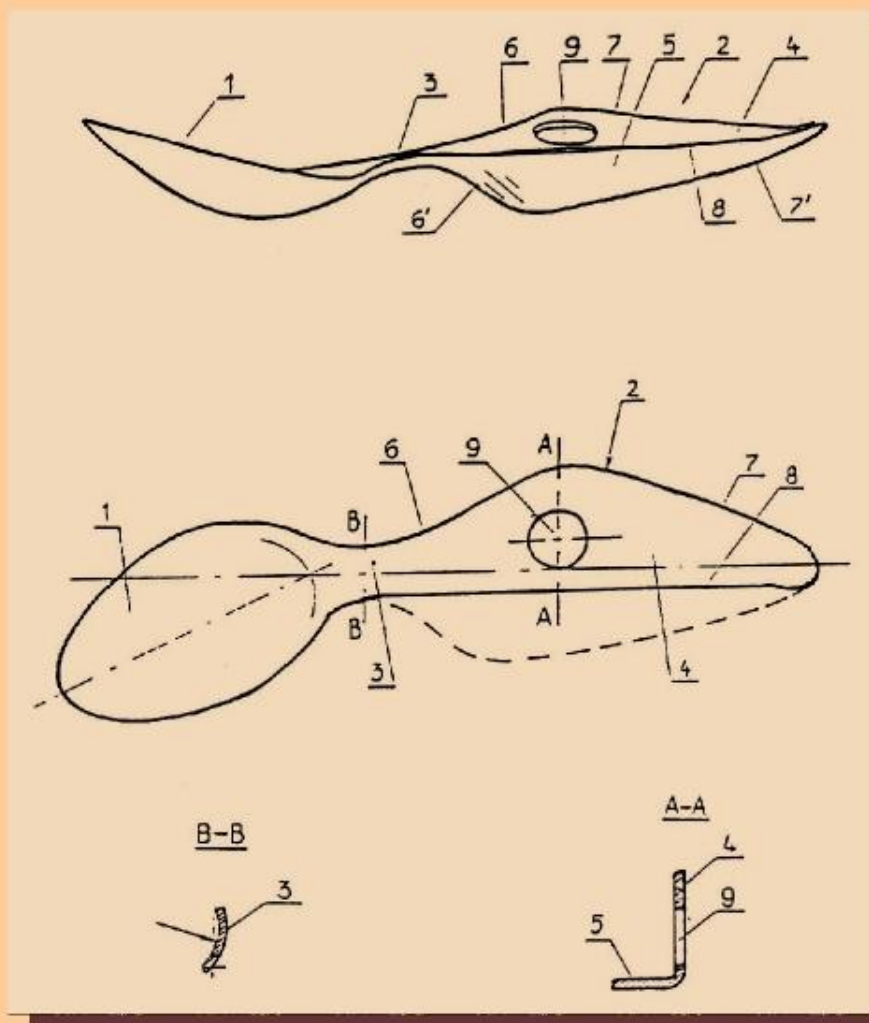
Uchwyt ułatwiający pisanie osobie z niepełnosprawną ręką



Źródło: Katalog firmy MEYRA. 1998.

Ergonomiczny kształt łyżki

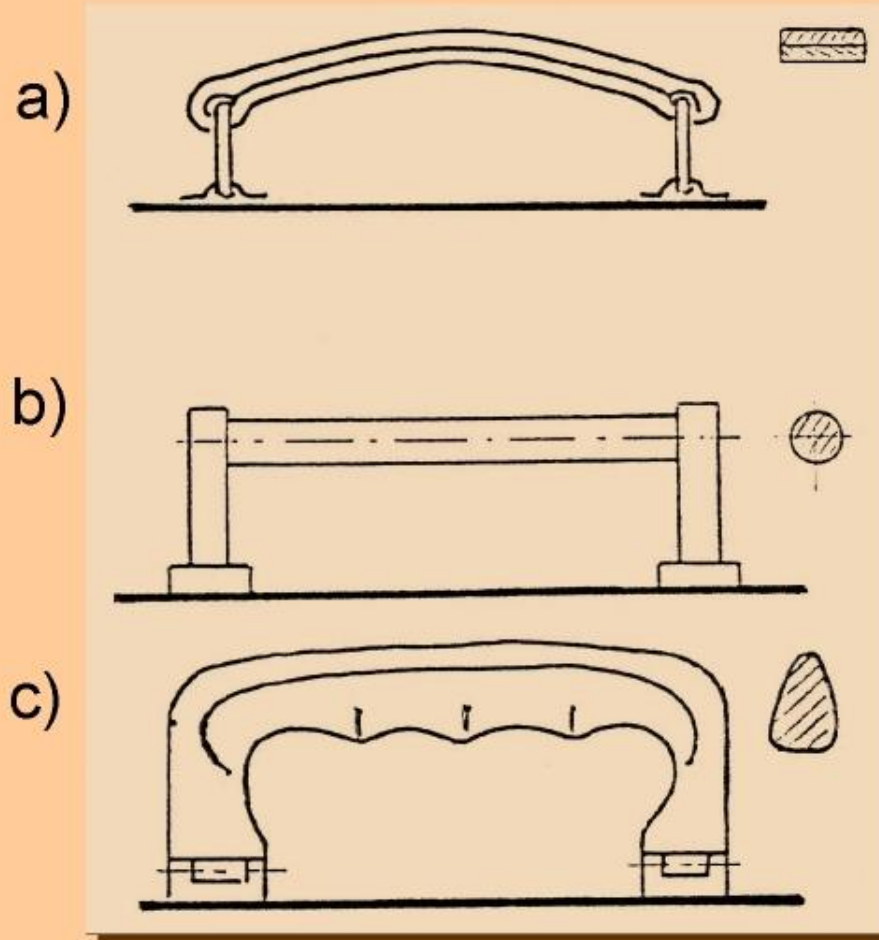
(wzór użytkowy nr 44017)



Sztućce dla osób niepełnosprawnych



Ewolucja kształtu uchwyty do teczki



Kształty klamek do drzwi

a)



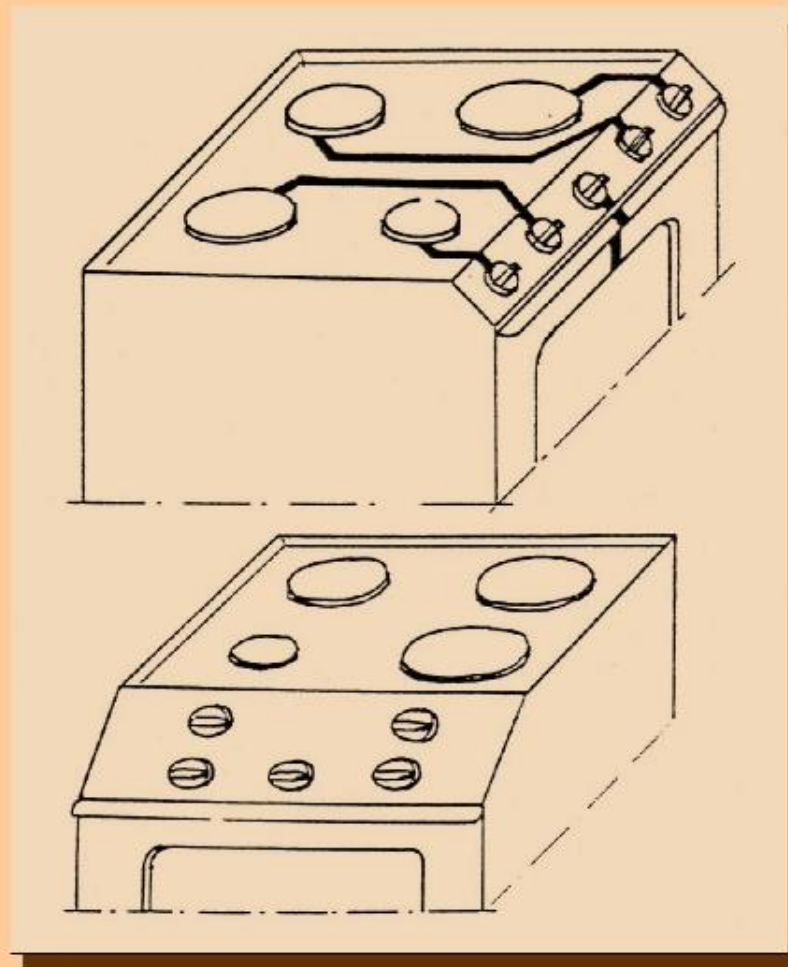
b)



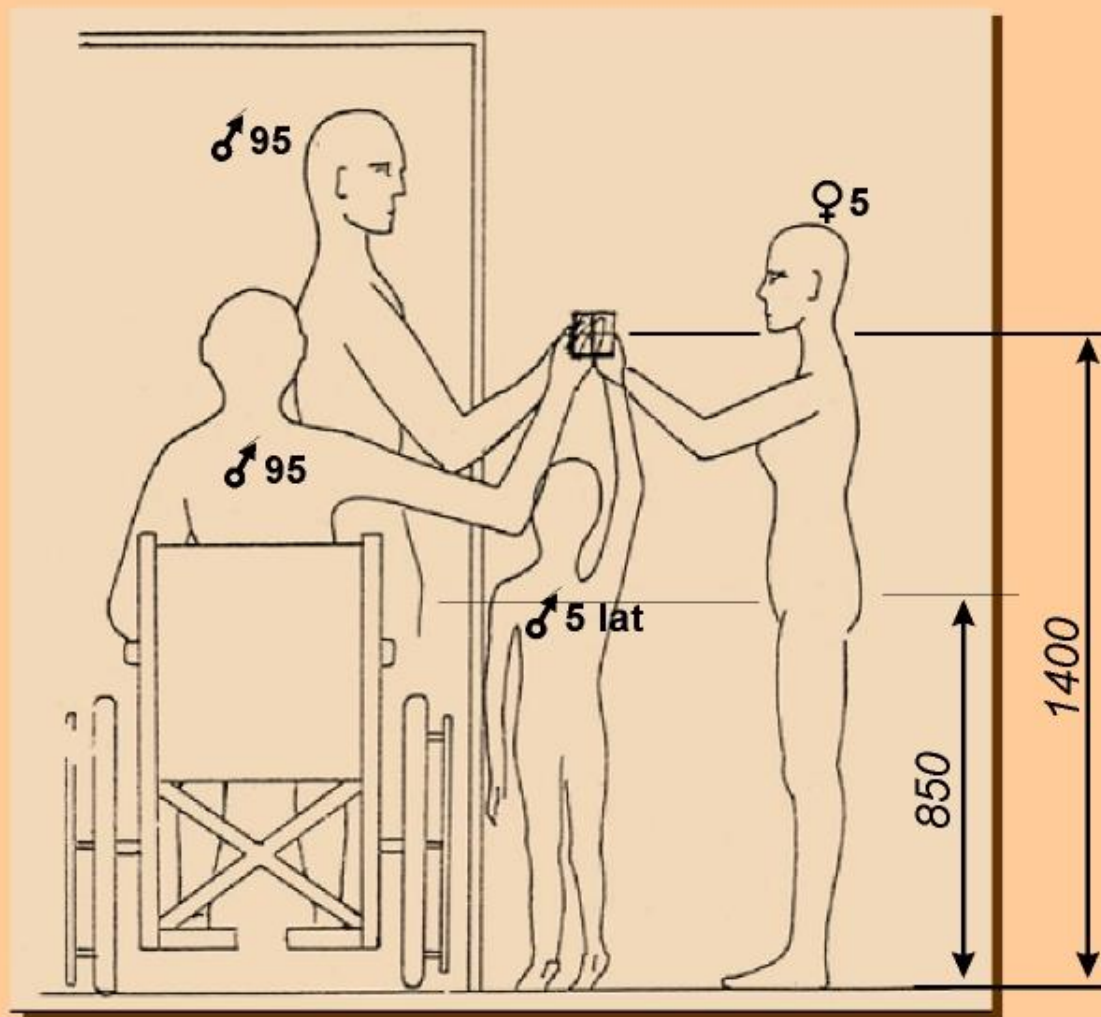
c)



Identyfikacja pokręteł kuchenki gazowej lub elektrycznej



Usytuowanie włącznika światła przy drzwiach



LISTA P. FITTSA

PRZEWAGA CZŁOWIEKA NAD MASZYNĄ

- wykrywanie słabych sygnałów, zarówno wzrokowych jak i słuchowych,
- wykrywanie sygnałów przypadkowych, pojawiających się na tle szumu,
- odbiór, interpretacja i scalanie informacji cząstkowej oraz uzupełnienie brakujących informacji,
- wykonywanie płynnych operacji sterowania ,
- przechowywanie dużej ilości informacji przez długi okres czasu i wykorzystywanie ich w odpowiedniej chwili oraz umiejętność kojarzenia ze sobą różnorodnych informacji,
- myślenie indukcyjne (wyciąganie wniosków i formułowanie uogólnień na podstawie dokonanych obserwacji i przesłanek stanowiących poszczególne przypadki wniosków i uogólnień),
- zmiany w zakresie wykonywanych funkcji w wyniku uczenia się (poprawa sprawności w toku pracy),
- zdolność do działania w sytuacjach nieoczekiwanych i mało prawdopodobnych (działanie intuicyjne),
- wykrywanie i poprawianie błędów, zarówno swoich jak i maszyny.

LISTA P. FITTSA

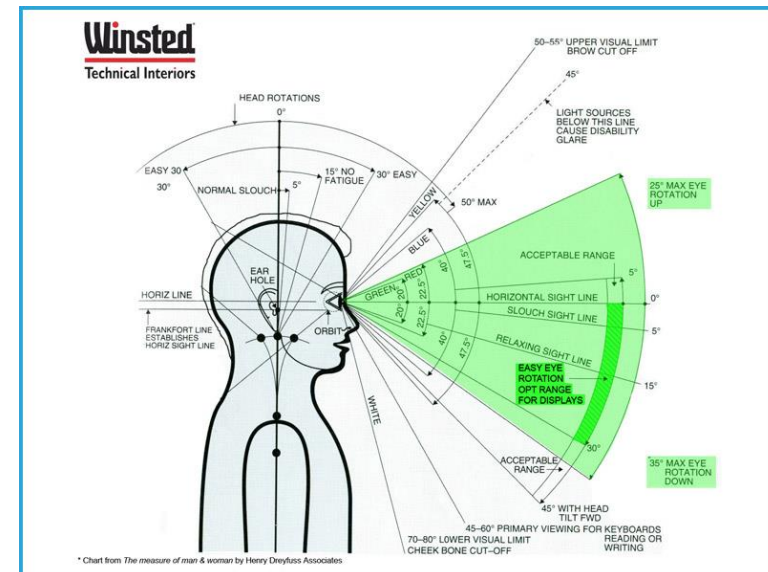
PRZEWAGA MASZINY NAD CZŁOWIEKIEM

- szybkość działania,
- wielkość dysponowanej siły, mocy i ich stabilność,
- niezmienność wykonywanych stereotypowych czynności i zadań,
- przechowywanie informacji w postaci skróconej i kasowanie informacji,
- zdolność do wykonywania wielu operacji równocześnie,
- odporność (zaprogramowana) na warunki środowiska zewnętrznego



Optymalizacja działań operatora

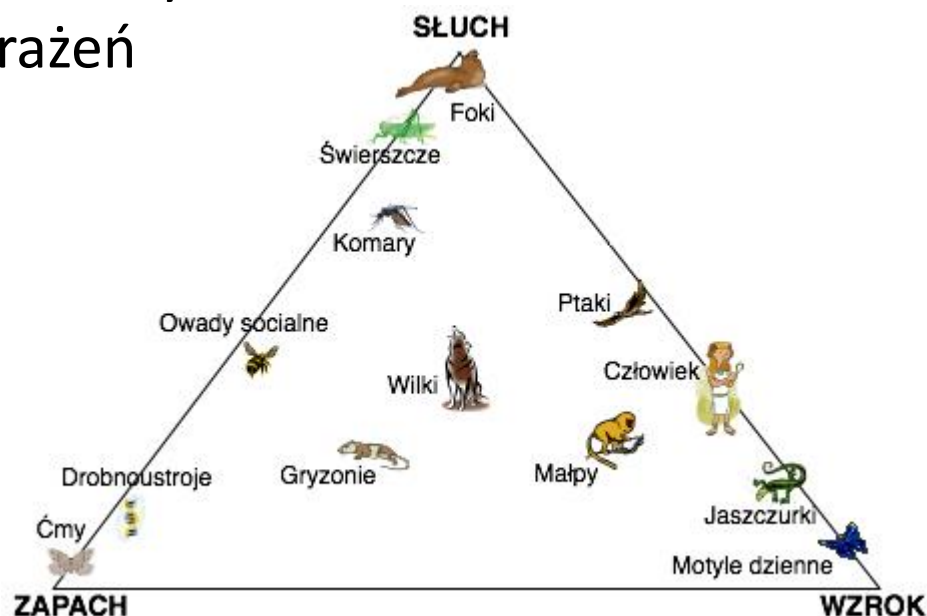
- 1. Odbiór informacji:** cechy sygnałów, ilość informacji
- 2. Podejmowanie decyzji:** sytuacje utrudniające podjęcie decyzji, tzn. wyboru, złożona, preferencje, probabilistyczna
- 3. Wykonanie czynności:** struktura przestrzenna, cechy i rozmieszczenie urządzeń wskaźnikowych i sterowniczych, widoczność UW i US, metody pracy



Cechy sygnałów

INFORMACJA jest przekazywana do człowieka przy pomocy różnych sygnałów.

Aby sygnał mógł być odebrany przez człowieka musi posiadać odpowiednią formę fizyczną, która może być zarejestrowana przez system nerwowy człowieka w postaci wrażeń zmysłowych.



Cechy sygnałów

1. jakość
2. siła
3. wielkość
4. kształt
5. położenie
6. ruch
7. czas pojawiania się i trwanie



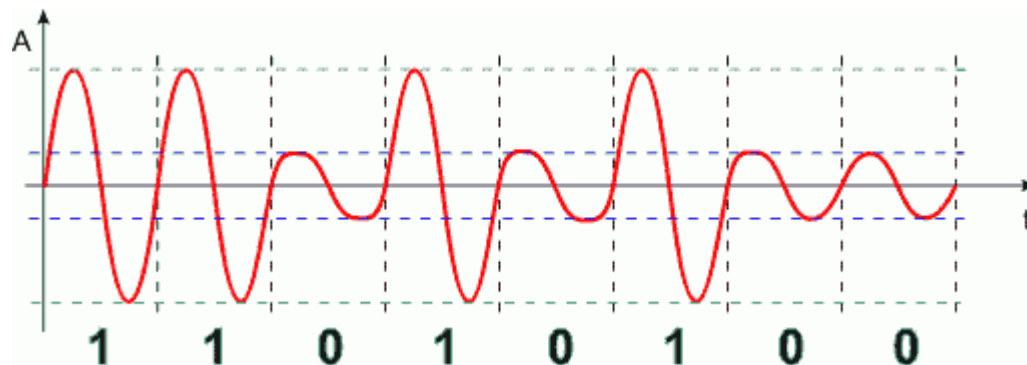
Procesy informacyjne powinny:

- Przebiegać z szybkością umożliwiającą właściwe zrozumienie sygnałów i prawidłową na nie reakcję,
- Przebiegać przy minimalnym wysiłku człowieka ze względu na konieczność spostrzegania i zrozumienia,
- Dawać pewność prawidłowego rozumienia treści,
- Nie dawać skutków ubocznych.

JEDNOSTKA ILOŚCI INFORMACJI – BIT

1 Bit jest to taka ilość informacji, która redukuje niepewność o połowę.

Sygnał zawiera tyle bitów informacji, ile trzeba odpowiedzi na pytanie “tak lub nie” aby zlikwidować istniejącą niepewność .

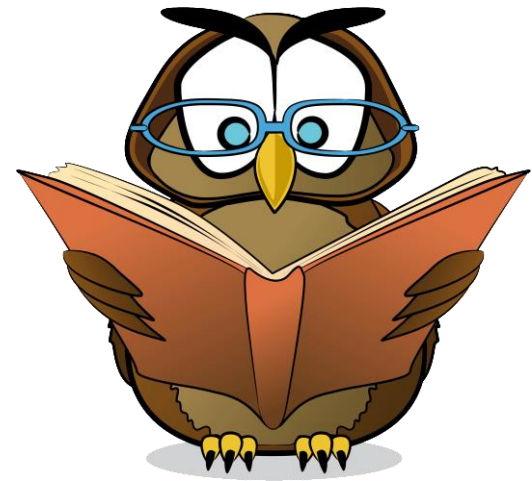


Przykład

Praca korektora, wymagająca analitycznego sposobu czytania **C = 18 bit/s**,

Głośne czytanie, gdy chwyta się tylko ogólny układ liter dominujących
C = 30 bit/s,

Czytanie “w myśli”, gdzie odpada konieczność przekazywania treści
innemu człowiekowi **C = 45bit/s**



Błędy operatora

Kryterium oceny informacji przekazanej stanowi ilość informacji zawartej w odpowiedzi operatora.

Różnica między ilością informacji wysłanej a ilością informacji przekazanej świadczy o stratach informacji w procesie komunikacyjnym.

„Zewnętrzną” postacią tych strat są **błędy** popełniane przez operatora.



Przyczyny popełniania błędów

1. Sygnał niesie dostateczną ilość informacji, ale trwa zbyt krótko;
2. Sygnał niesie dostateczną ilość informacji dla operatora wyszkolonego i ma dostateczny czas trwania, ale trafia na osobę niewyszkoloną;
3. Sygnał silny u źródła doznaje zniekształceń i osłabienia po drodze;
4. Duże zmęczenie i spadek koncentracji oraz spadek zdolności postrzegania;
5. Operator nieprzystosowany psychicznie do odbioru sygnału w danej chwili;
6. Sygnał niesie zbyt mało informacji

PODEJMOWANIE DECYZJI

PODEJMOWANIE DECYZJI jest konieczne wtedy, gdy nie ma jednoznacznego przyporządkowania między sygnałem a reakcją, kiedy pracownik musi uwzględnić w działaniu więcej niż jeden sygnał, albo też gdy zachodzi możliwość więcej niż jednej reakcji na jeden sygnał.

NAJWAŻNIEJSZE SYTUACJE

1. Wyboru
2. Złożone
3. Preferencje
4. Losowa



Sytuacje podejmowania decyzji



SYTUACJA WYBORU Sytuacja wyboru zachodzi wtedy, gdy istnieje możliwość pojawienia się więcej niż jednego sygnału, lub też więcej niż jednej reakcji. (selekcjonowanie sygnałów)

SYTUACJA ZŁOŻONA Sytuacje złożone są to sytuacje, w których pracujący musi uwzględnić równocześnie więcej niż jedno źródło informacji lub wykonać więcej niż jedną reakcję. (reakcja na całokształt sytuacji)

PREFERENCJE O preferencjach mówimy wtedy, gdy różne możliwości reagowania mają dla człowieka niejednakową wartość, gdy z jakiegokolwiek powodu woli on jedno od drugich, np. gdy jedne są dla niego przyjemne a inne przykre, jedne trudne a inne łatwe, jedne bezpieczne a inne połączone z niebezpieczeństwem itp. Sygnały, których człowiek oczekuje odbiera szybciej. („nastawienie się” na reakcje preferowane)

SYTUACJA LOSOWA Są to sytuacje, w których czynności wykonywane są przy obniżonym poziomie informacji, kiedy sygnały odbierane przez człowieka zawierają informacje niepełne lub niepewne, mniej lub bardziej prawdopodobne. Informacje, na których człowiek opiera w tego rodzaju sytuacjach swoje decyzje mają jedynie wartość przybliżoną, zachodzi więc możliwość błędu nawet przy prawidłowym wykonywaniu przewidzianych czynności.

PODSTAWOWE CZYNNOŚCI RUCHOWE

Ruchy pozycyjne polegają na przemieszczaniu części ciała z jednej pozycji w drugą,
np. przełożenie dźwigni zmiany biegów w samochodzie.

Ruchy powtarzalne polegają na kolejnym powtarzaniu tego samego ruchu pojedynczego,
np. wbijanie gwoźdza młotkiem.



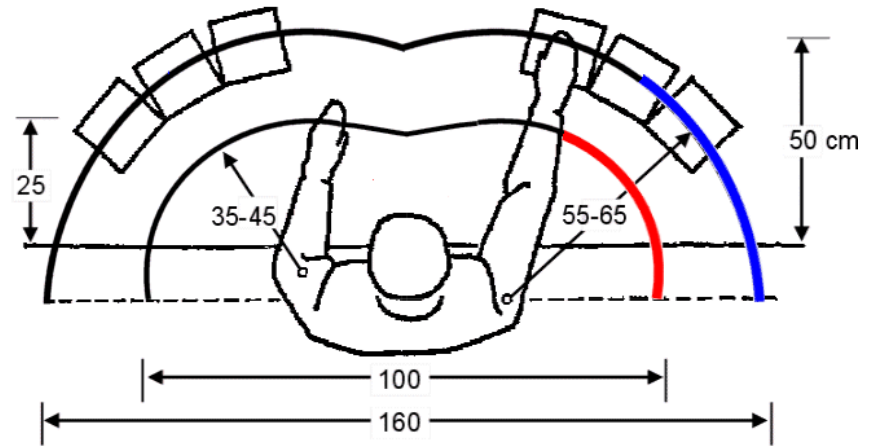
PODSTAWOWE CZYNNOŚCI RUCHOWE

Ruchy ciągłe polegają na wykonywaniu pewnego typu ruchu, którego zakres uzależniony jest od bodźców powiązanych z pracą,
np. obracanie kierownicy podczas prowadzenia samochodu.

Ruchy seryjne polegają na wielu odrębnych, stosunkowo niezależnych ruchach pojedynczych, wykonywanych w pewnej kolejności. Wszystkie ruchy mogą być znane i ustalone z góry albo też każdy następny ruch może być uzależniony od bodźców, powstających w czasie wykonywania czynności,
np. pisanie na klawiaturze, maszynie.

CECHY RUCHÓW

- szybkość
- dokładność
- siła



Szybkość , dokładność, siła ruchu zależą od:

- kierunku ruchu,
- zasięgu ruchu,
- czasu trwania ruchu.

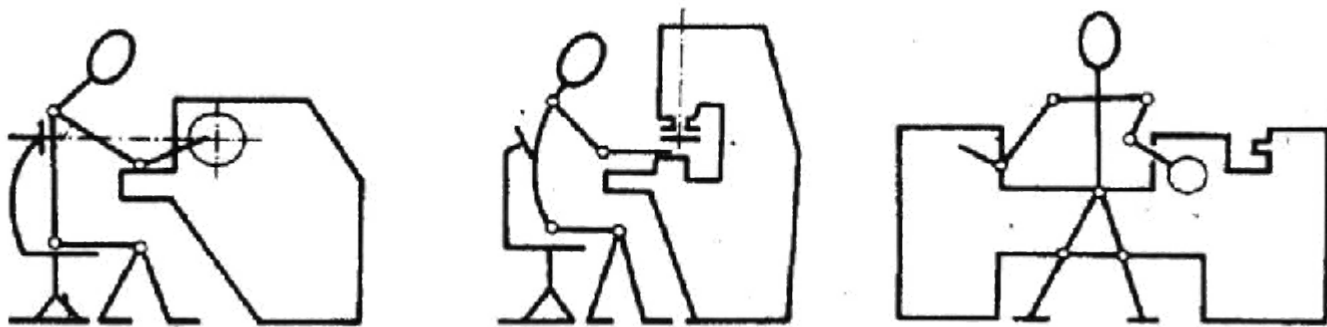
Ocena ERGONOMII warunków pracy

Ocena:

1. obciążenia fizycznego pracą
2. obciążenia psychicznego
3. antropometryczna stanowisk pracy
4. rozmieszczenia urządzeń sterowniczych
5. środowiska pracy



Wysiłek fizyczny



Wysiłek fizyczny

- Wydatek energetyczny
- Obciążenie statyczne
- Monotypowość wykonywanych ruchów



Koszt fizjologiczny pracy

Koszt fizjologiczny pracy jest pojęciem używanym dla określenia stopnia psychofizjologicznego obciążenia ustroju.

Jest to pojęcie szersze od pojęcia **kosztu energetycznego pracy**, który oznacza tylko ilość energii zużytej podczas wykonanej pracy.

Koszt fizjologiczny pracy oznacza się zarówno na podstawie wartości wydatku energetycznego, jak i na podstawie zmian czynnościowych zachodzących w ustroju pod wpływem wykonanej pracy, na przykład zmian częstości skurczów serca, objętości wyrzutowej serca, wentylacji minutowej płuc i innych.

Postacie pracy fizycznej

Dynamiczna, tzw. praca rytmiczna – związana z przemieszczaniem się ciała ludzkiego lub poszczególnych jego części w przestrzeni, zewnętrznym objawem tej pracy jest ruch; mięśnie podczas pracy wykonują rytmiczne skurcze i rozkurcze,

Statyczna – jej efektem jest utrzymywanie ciała lub jego poszczególnych części w określonej pozycji; mięśnie są w stałym napięciu.

Postacie pracy fizycznej

Podczas **pracy dynamicznej** mięsień działa na krążenie krwi jak pompa: skurcz powoduje wyparcie krwi, a następujący po nim rozkurcz umożliwia ponowne napełnienie naczyń krwionośnych mięśnia krwią. Krążenie krwi zostaje dzięki temu wielokrotnie zwiększone, mięsień faktycznie otrzymuje od 10 do 20 razy więcej krwi niż w stanie spoczynku.

Podczas **pracy statycznej** mięsień znajduje się w ciągłym napięciu i dlatego utrudniony jest dopływ i odpływ krwi z mięśnia; mięsień nie otrzymuje z krwi ani cukru (glukozy), ani tlenu i musi je czerpać ze swoich rezerw, kwas mlekowy zaś, który powstaje, nie jest usuwany z mięśnia i zalegając w nim powoduje ból sygnalizujący zmęczenie mięśniowe (potocznie tzw. zakwasy).

Energetyczne miary ciężkości pracy

Prace lekkie :

- praca siedząca - wydatek energetyczny mniejszy od 8 kJ/min
- praca mięśni stabilizacyjna – ok. 1,5 kJ/min
- skąpe ruchowo czynności – ok. 2,5 kJ/min

Prace średnio ciężkie:

- wykonywane na stojąco, bez dźwigania ciężarów – 8 ÷ 20 kJ/min
(np. prace montażowe, obsługa maszyn i urządzeń)

Prace ciężkie lub bardzo ciężkie:

- prace wykonywane ciężkimi narzędziami lub związane z dźwiganiem ciężarów, jak: załadunek, kopanie, kucie – 20 ÷ 30 kJ/min

Granica dopuszczalnego wydatku energetycznego (wg norm fizjologicznych) 40 ÷ 50 kJ/min – jej przekroczenie nie powinno trwać dłużej niż kilka minut w czasie zmiany roboczej.

Praca statyczna

Podczas **pracy statycznej** mięsień znajduje się w ciągłym napięciu i dlatego utrudniony jest dopływ i odpływ krwi z mięśnia; mięsień nie otrzymuje z krwi ani cukru (glukozy), ani tlenu i musi je czerpać ze swoich rezerw, kwas mlekowy zaś, który powstaje, nie jest usuwany z mięśnia i zalegając w nim powoduje ból sygnalizujący zmęczenie mięśniowe (potocznie tzw. zakwasy).

Przy **stacyjnej pracy** mięśni zahamowanie przepływu krwi jest tym większe, im większy jest nakład zużywanej siły. Jeśli siła ta wynosi 60% siły maksymalnej, to dopływ krwi praktycznie ustaje. Przy użyciu siły wynoszącej mniej niż 15-20% siły maksymalnej ukrwienie statycznie pracującego mięśnia nie powinno być upośledzone.

Praca dynamiczna

Obciążenia rąk i nóg

Jako kryterium oceny obciążenia rąk i nóg przyjmujemy wartości wysiłku fizycznego potrzebnego do poruszania odpowiednich urządzeń sterowniczych. Wartości te zamierzone lub założone przez konstruktora należy porównać z wartościami optymalnymi określonymi w zależności od ustalonej populacji użytkowników, rodzaju ruchów oraz ich częstości. Należy pamiętać, że nadmierna jednostajność ruchów (monotypowość) nawet przy niewielkim wysiłku powoduje zmęczenie fizyczne i psychiczne.

Obciążenie innych części ciała

Obciążenie innych części ciała powodowane jest przeważnie niewłaściwym rozmieszczeniem urządzeń sterowniczych, co zmusza do pracy w niewygodnej pozycji, nadmiernych skłonów, wychyleń itp. Zwykle jest to wynikiem źle zaprojektowanej przestrzeni roboczej.

Maksymalny dopuszczalny ciężar przy dźwiganiu oburącz

wg NIOSH

$$W_{\max} = 23 \text{ kg}$$

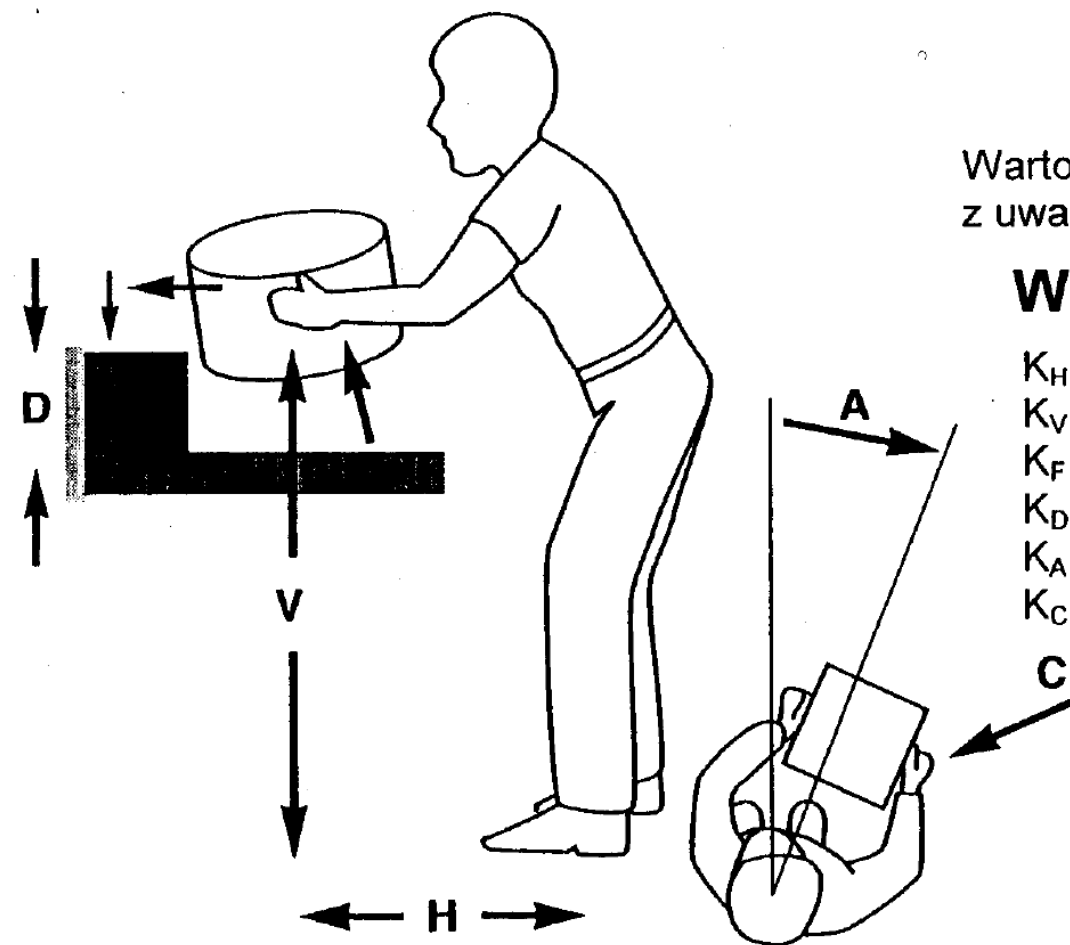
Wartość dopuszczalna ulega zmniejszeniu z uwagi na występujące utrudnienia wg wzoru:

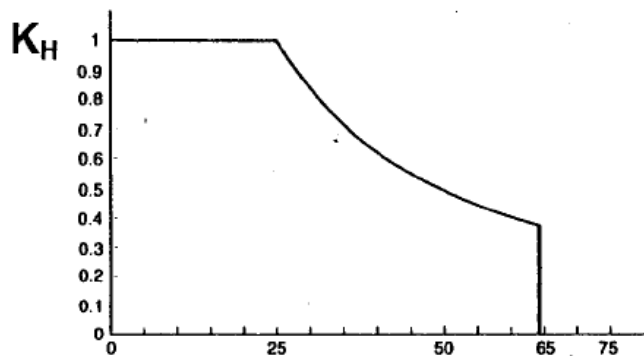
$$W = 23 \cdot K_H \cdot K_V \cdot K_F \cdot K_D \cdot K_A \cdot K_C \text{ [kg]}$$

- K_H - współczynnik odległości w poziomie
- K_V - współczynnik odległości w pionie
- K_F - współczynnik częstości przenoszenia
- K_D - współczynnik przemieszczenia w pionie
- K_A - współczynnik asymetrii
- K_C - współczynnik łatwości chwytu

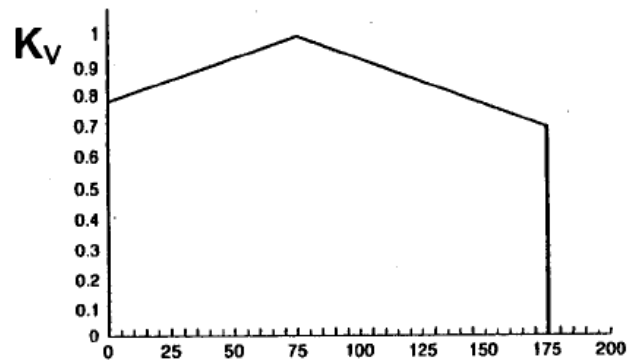
K_C - współczynnik łatwości chwytu

łatwość	$V < 75\text{cm}$	$V \geq 75\text{cm}$
DOBRA	1.00	1.00
ŚREDNIA	0.95	1.00
MAŁA	0.90	0.90

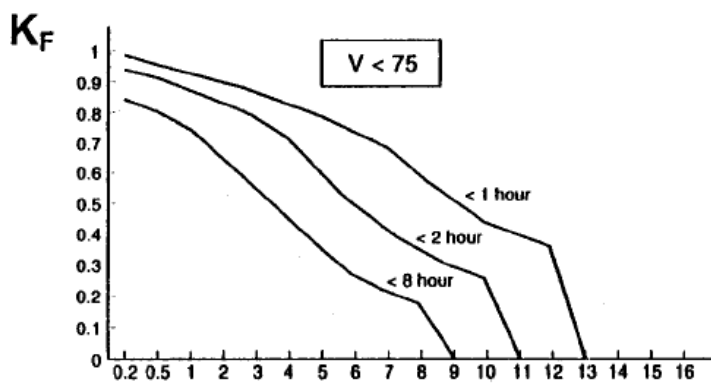




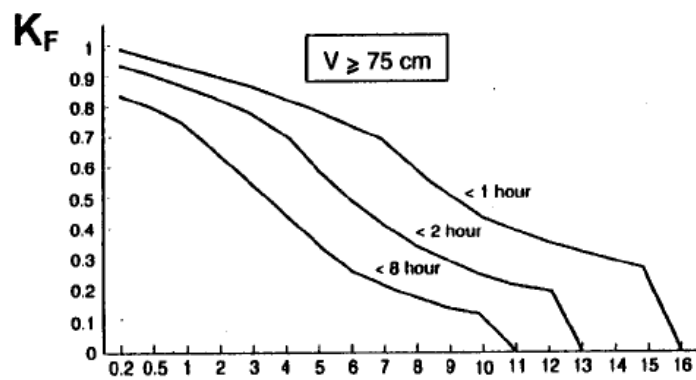
H - odległość w poziomie [cm]



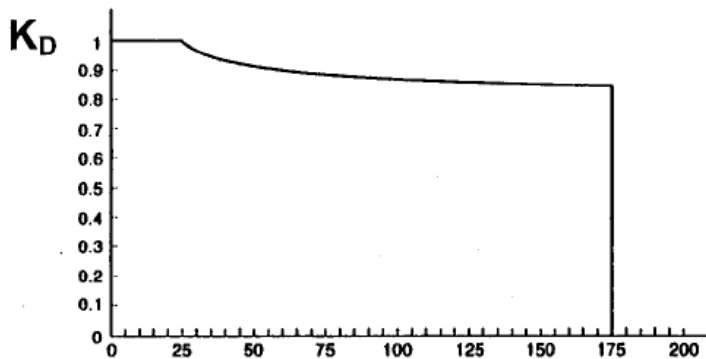
V - odległość w pionie [cm]



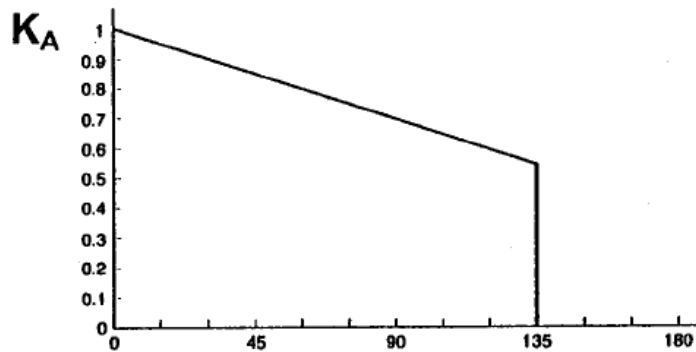
F - częstość przenoszenia [/min]



F - częstość przenoszenia [/min]



D - przemieszczenie w pionie [cm]



A - kąt asymetrii [°]

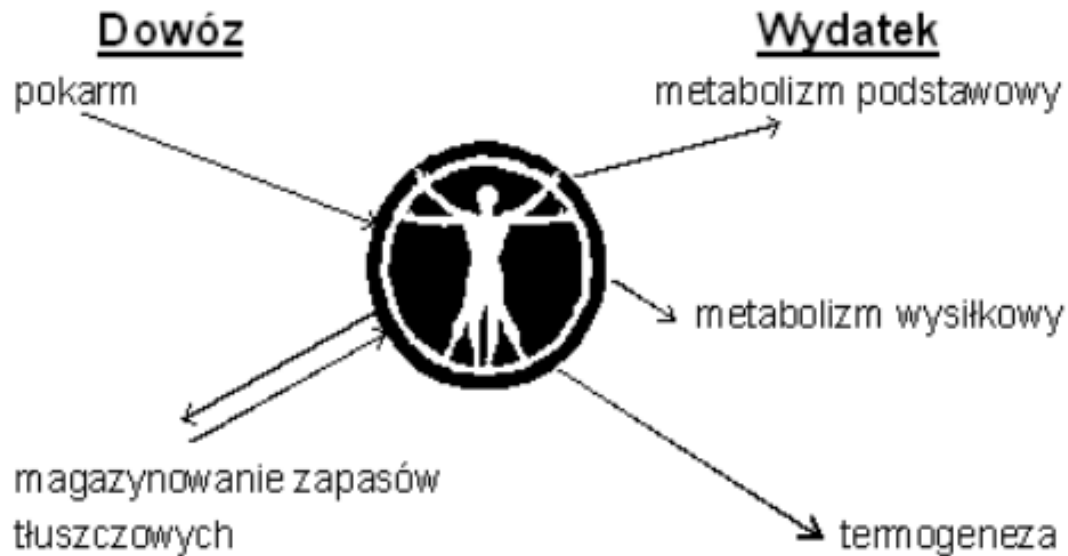
WE – wydatek energetyczny

Miernikiem obciążenia dynamiczną pracą fizyczną jest tzw. (koszt) **wydatek energetyczny pracy**, przez który należy rozumieć ilość energii, jaką zużywa człowiek podczas wykonywania danej pracy.



Całkowita przemiana materii

**CAŁKOWITA PRZEMIANA MATERII (CPM)=
Podstawowa Przemiana Materii (PPM)+ Ponadpodstawowa
Przemiana Materii (PPPM)**



Podstawowa przemiana materii

Podstawowa przemiana materii (PPM) jest to ilość energii, jaką organizm zużywa podczas całkowitego spokoju, zarówno fizycznego jak i psychicznego, w komforcie cieplnym, w pozycji leżącej, na czczo, rano po co najmniej 8 godzinach snu.

Terminu tego używa się także dla określenia ilości energii niezbędnej do podtrzymywania procesów życiowych.

Poziom **przemiany podstawowej** zależy od:

- płci,
- wieku,
- wzrostu,
- masy,
- powierzchni ciała

PPM

Dla osób dorosłych przemiana podstawowa (spoczynkowa) wynosi od 5900 do 8000 kJ na dobę.

U mężczyzn, którzy mają ok. 30% większą masę mięśniową niż kobiety, wynosi ona ok. 4,6 kJ/(h · kg m.c.), a u kobiet – ok. 3,7 kJ/(h · kg m.c.)

$$1 \text{ cal} = 4,19 \text{ J}$$

Przeciętne zużycie energii na zwykłe, codzienne czynności ocenia się na dodatkowe - ok. 1050 kJ/dobę u kobiet, - ok. 1700 kJ/dobę u mężczyzn

Na przykład:

wydatek energetyczny

mężczyzny o masie ciała 70 kg –wynosi ok. 9400 kJ/dobę,

kobiety – 65 kg – ok. 7000 kJ/dobę

Maksymalny wydatek energetyczny

Maksymalne zużycie energii w ciągu zmiany roboczej dla kobiet wynosi 5000 kJ. /norma/

W przypadku mężczyzn nie określono w przepisach dozwolonych norm wydatku energetycznego, ale przyjmuje się, że stała praca o wydatku powyżej 8400 kJ (2000 kcal) jest pracą bardzo ciężką.

Zastosowanie WE

- Umożliwia **porównanie wysiłków fizycznych** wymaganych przy wykonywaniu różnego rodzaju pracy,
- W stosunku do osób ciężko pracujących fizycznie wyznaczenie WE może stanowić obiektywną **podstawę normowania pracy** i ustalania wynagrodzenia w zależności od wysiłku,
- Wartość WE pozwala na **ocenę ryzyka zatrucia szkodliwymi substancjami** wziewnymi zawartymi w powietrzu. Im większy jest bowiem wydatek energetyczny (im cięższą wykonujemy pracę), tym większe maksymalne pochłanianie tlenu przez ustrój zapotrzebowanie na tlen i tym większa wentylacja płuc. Im intensywniejsza wentylacja płuc, tym więcej substancji wziewnych wniknie do organizmu.

SPOSOBY OCENY WYSIŁKU FIZYCZNEGO

1. Pomiar i porównanie zużycia tlenu z maksymalną zdolnością pochłaniania tlenu przez ustrój
2. Pomiar zmian fizjologicznych zachodzących w organizmie w czasie pracy
3. Pomiar wydatku energetycznego, obciążenia statycznego i monotypowości wykonywanych ruchów

OCENA WYDATKU ENERGETYCZNEGO PRZY PRACY FIZYCZNEJ

WYDATEK ENERGETYCZNY PODCZAS 8 GODZIN PRACY (W KCAL)		OCENA	
NA ZMIANĘ	NA MINUTĘ	SŁOWNNA	PUNKTOWA
< 300	< 2,5	BARDZO MAŁY	0
300 - 800	2,5 – 5	MAŁY	1 – 25
800 - 1500	5 – 7,5	ŚREDNI	25 – 50
1500 - 2000	7,5 – 10	DUŻY	50 – 75
> 2000	> 10	BARDZO DUŻY	75 - 100

Metoda chronometrażowo – tabelaryczna

Metoda ta polega na szacowaniu wydatku energetycznego pracownika zatrudnionego na określonym stanowisku pracy na podstawie dwóch grup danych:

- czas wykonania poszczególnych rodzajów czynności w ciągu zmiany; uzyskanie tych danych wymaga przeprowadzenia chronometrażu pracy, tzn. obserwacji i dokonania pomiaru czasu trwania poszczególnych rodzajów czynności,
- tabel zawierających jednostkowy wydatek energii na wykonanie różnych czynności.

METODA CHRONOMETRAŻOWO

- TABELARYCZNA OCENY WYDATKU ENERGII

Przykład Fragment tabeli „Wydatek Energetyczny związany z pracą na poszczególnych stanowiskach”

PRZEMYSŁ	RODZAJ CZYNNOŚCI	WARTOŚĆ WYDATKU ENERGETYCZNEGO W KCAL/MIN
	Murowanie	3,03
	Mieszanie cementu	3,7
	Tynkowanie	3,1
	Układanie cegieł	3,0
	Wykonywanie posadzki	3,4
	Obróbka kamienia ciosakiem	
	Prace drogowe:	2,8
	Przygotowanie gruntu i układanie kostek	3,0

Uproszczona metoda obliczania wydatku energetycznego

Pozycja ciała (A)	Wydatek energetyczny	
	kcal/min	kJ/min
Siedząca	0,3	1,26
Na kolanach, w kucki	0,5	2,1
Stojąca	0,6	2,51
Stojąca pochylona	0,8	3,35
Chodzenie	2,6	10,89
Zakres obciążenia mięśni (B)		
Praca palców, dłoni i przedramienia	0,5 ÷ 1,0	2,1 ÷ 4,2
Praca jednego ramienia	1,0 ÷ 2,0	4,2 ÷ 8,4
Praca obu ramion	2,0 ÷ 3,0	8,4 ÷ 12,6
Praca całego ciała (mięśnie kończyn i tułowia)	3,0 ÷ 10,0	12,6 ÷ 41,9

METODA UPROSZCZONA WG LEHMANNNA

Pozycja ciała	Wydatek energetyczny			
	kcal/min	kJ/min	W/m ²	W
Siedząca	0,3	1,26	12	21
Na kolanach	0,5	2,10	19	35
W kucki	0,5	2,10	19	35
Stojąca	0,6	2,51	23	42
Stojąca pochylona	0,8	3,35	31	56
Chodzenie	1,7 - 3,5	7,12 - 14,65	66 - 124	119 - 244
Wchodzenie bez obciążenia po pochyłości 10° (na 1m wzniesienia)	0,7	3,14	27	49

METODA UPROSZCZONA WG LEHMANNNA

Rodzaj i ciężkość pracy		Wydatek energetyczny
		kJ/min
Praca palców, ręki i przedramienia	lekka	1,3 – 2,5
	średnia	2,5 – 3,8
	ciężka	3,8 – 5,0
Praca jednego ramienia	lekka	2,9 – 5,0
	średnia	5,0 – 7,1
	ciężka	7,1 – 9,2
Praca obu ramion	lekka	6,3 – 8,4
	średnia	8,4 – 10,5
	ciężka	10,5 – 12,6
Praca mięśni kończyn i tułowia	lekka	10,5 – 16,7
	średnia	16,7 – 25,1
	ciężka	25,1 – 35,6
	bardzo ciężka	35,6 – 48,1

Parametry fizjologiczne pracownika

Natężenie wysiłku fizycznego	Wydatek energetyczny (kJ/min)	Zużycie tlenu (l/min.)	Wentylacja płuc (l/min.)	Częstość skurczów serca / min.	Temperatura ciała (° C)
Bardzo lekki	< 10.5	< 0.5	< 10	< 75	< 37.5
Lekki	10.5 – 21.0	0.5 – 1.0	10 – 20	75 – 100	----
Średni	21.0 – 31.5	1.– 1.5	20 – 35	100 – 125	37.5 – 38.0
Ciężki	31.5 – 42.0	1.5 – 2.0	35 – 50	125 – 150	38.0 – 38.5
Bardzo ciężki	42.0 – 52.0	1.– 2.5	50 – 65	150 – 175	38.5 – 39.0
Krańcowo ciężki	> 52.0	> 2.5	> 65	> 175	> 39.0

Zależność parametrów fizjologicznych od natężenia wysiłku fizycznego podczas pracy

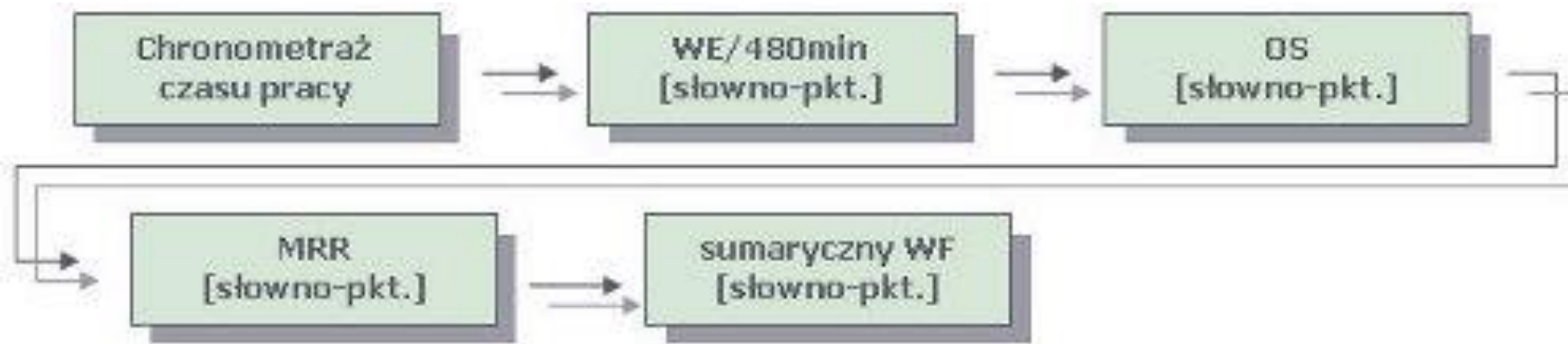
Klasyfikacja ciężkości pracy wg Kozłowskiego

- **10%** maksymalnego pochłaniania tlenu przez ustrój - **praca lekka**,
- **10-30%** maksymalnego pochłaniania tlenu przez ustrój – **praca średnio ciężka**,
- **30-50%** maksymalnego pochłaniania tlenu przez ustrój – **praca ciężka** (należy dążyć do nie przekraczania tej granicy),
- **50%** maksymalnego pochłaniania tlenu przez ustrój – **praca bardzo ciężka**



Ocena wysiłku fizycznego

Metoda oceny obciążenia fizycznego pracą



$$WF = WE + OS + MR$$

METODY OKREŚLANIA WYDATKU ENERGETYCZNEGO

- **Kalorymetria bezpośrednia** – ocena wysiłku na podstawie pomiaru ilości ciepła wytwarzanego w tym czasie w organizmie (specjalne komory kalorymetryczne)
- **Kalorymetria pośrednia** - polega na określeniu objętości tlenu pobieranego przez organizm w jednostce czasu. (Szczególnie przydatna podczas wysiłków, w których przeważają procesy tlenowe).
- Metoda oparta na podstawie **pomiarów częstości skurczów serca**
- **Metoda chronometryczowo – tabelaryczna**



Kalorymetria pośrednia

Ilość energii uzyskana w procesach metabolicznych, przy użyciu 1 litra tlenu jest różna, w zależności od rodzaju spalanej substancji, np. Podczas spalania glukozy – 21,1 kJ, tłuszczów – 19,6 kJ.

Wielkość równoważnika energetycznego 1 litra tlenu (niezbędna do przeliczenia ilości tlenu pobieranego podczas pracy na wielkość wydatku energetycznego) waha się od 19,6 do 21,1 kJ.

Do wyboru odpowiedniego równoważnika konieczne jest określenie wielkości ilorazu oddechowego, czyli stosunku ilości wydalanego CO₂ do ilości pobranego w tym samym czasie tlenu.

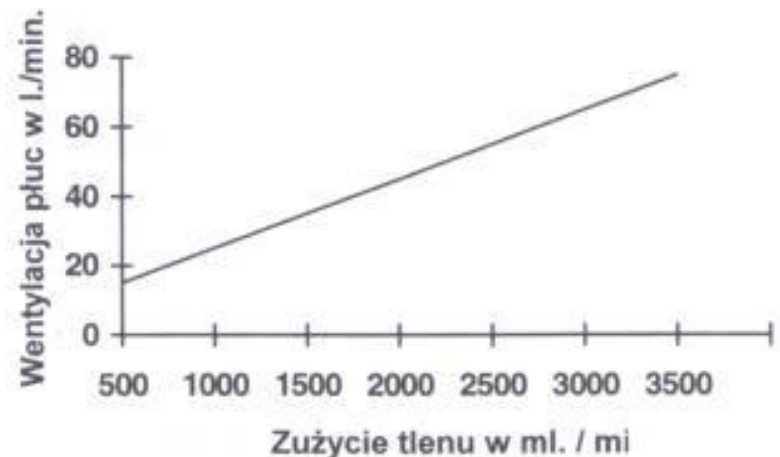


Ocena wydatku energetycznego na podstawie pomiaru wentylacji płuc

W sytuacji, gdy pomiary zużycia tlenu i wydalania dwutlenku węgla w powietrzu wydychanym są niemożliwe do przeprowadzenia, bądź nie ma potrzeby tak dokładnych wyliczeń, możemy określić wielkość wydatku energetycznego **metodą pośrednią**.

Metoda polega na oznaczaniu wentylacji płuc podczas poszczególnych cykli pracy.

Dla szacowania wielkości wydatku może być stosowany wyłącznie pomiar wentylacji płuc



Pomiar wydatku energetycznego przy użyciu miernika MWE

Pomiar oparty jest na zależności liniowej i wysokim współczynniku korelacji pomiędzy wielkością wentylacji płuc, pobieraniem tlenu i wydatkiem energetycznym
(pomiar wydatkowanej energii podczas wysiłku)



Temperatura otoczenia

Czynnikiem, który należy również uwzględnić przy ocenie kosztu energetycznego pracy, jest **środowisko termiczne**, w jakim praca jest wykonywana.

W **środowisku termicznym gorącym** następuje niewielki wzrost wydatku energetycznego spowodowany wzrostem temperatury ciała.

Bardziej wzrasta wydatek energetyczny **w środowisku termicznym zimnym**, co spowodowane jest pojawieniem się dreszczy, a także noszeniem ciężkiej odzieży.



WE

Ocena punktowa wysiłku energetycznego



<u>meężczyźni</u>	<u>kobiety</u>	Ocena słowna	Ocena punktowa
< 3350	< 2010	<u>mały</u>	0-25
3351-6300	2011-3700	<u>średni</u>	26-50
6301-8400	3701-5000	<u>duży</u>	51-75
> 8400	> 5000	<u>bardzo duży</u>	76-100

Ocena stopnia obciążenia statycznego

Przy ocenie stopnia obciążenia statycznego należy brać pod uwagę:

- rodzaj postawy przy pracy (stojąca, siedząca, itd.)
- wymuszenie zajmowanej postawy
- stopień pochylecia ciała
- możliwość zmiany pozycji przy wykonywaniu danej czynności



Ocena stopnia obciążenia statycznego

Ocena stopnia obciążenia statycznego		Pozycja ciała przy pracy	Przykłady
słownie	W punktach		
Mały	1+10	Siedząca niewymuszona	Większość prac biurowych
	11+20	Stojąca niewymuszona z możliwością okresowej zmiany na siedzącą	Ślusarz, stolarz
	21+30	Siedząca lub stojąca na przemian z chodzeniem	Nadzór techniczny, bibliotekarz
Średni	31+40	Siedząca wymuszona, nie pochylona, bądź nieznacznie pochylona	Pisanie na maszynie, obsługa prac mechanicznych
	41+50	Stojąca niewymuszona, bez możliwości okresowej zmiany pozycji na siedzącą	Obsługa niektórych obrabiarek, malowanie, lakierowanie, praca ekspedienta
	51+60	Stojąca wymuszona z możliwością zmiany pozycji na siedzącą	Motorniczy, suwnicowy
Duży	61+70	Siedząca wymuszona, bardzo pochylona	Szwaczka, zegarmistrz
	71+80	Stojąca wymuszona, nie pochylona bez możliwości okresowej zmiany pozycji na siedzącą	Piaskowanie, obsługa niektórych obrabiarek
	81+90	Stojąca wymuszona pochylona, niezależnie od możliwości zmieniania pozycji	Praca górnik, obróbka drewna, spawanie
Bardzo duży	91+100	Kłęcząca, w przysiadzie i inne nienaturalne pozycje	Formowanie ręczne, w górnictwie, posadźkarz, ślusarz samochodowy

Ocena monotypowości ruchów

Monotypowość – jednostajne powtarzanie ruchów przez człowieka angażuje w pracy te same grupy mięśni, na skutek tego ulegają one zmęczeniu szybciej niż wówczas, gdy pracują różne grupy mięśni

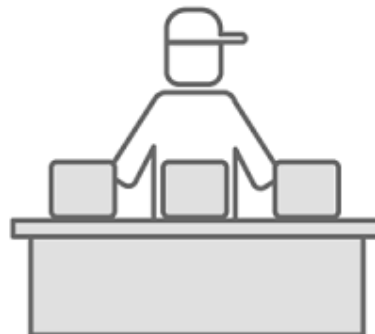
Oceniając **monotypowość ruchów roboczych** należy wziąć pod uwagę:

- liczbę monotypowych powtórzeń,
- wielkość rozwijanych sił mięśniowych przy wykonywanych ruchach

Monotypowość ruchów roboczych

Ocena stopnia uciążliwości pracy fizycznej wskutek monotypowości ruchów

Liczba powtórzeń stereotypowych		Ocena monotypowości	
Siła < 100 N	Siła > 100 N	Słowna	Punktowa
800	300	<u>mała</u>	1-30
800-1600	300-800	<u>średnia</u>	31-60
1600	800	<u>duża</u>	61-100



Ocena obciążenia fizycznego pracą



$$WF = WE + OS + MR$$

Ocena słowna	Ocena punktowa
Wysiłek bardzo lekki	1-30
Wysiłek lekki	31-70
Wysiłek średni	71-210
Wysiłek ciężki	121-170
Wysiłek bardzo ciężki	171-190

Zalecenia mające na celu optymalizację wysiłku fizycznego

- obciążenia dynamiczne są bardziej korzystne dla organizmu, niż obciążenia statyczne lub monotypowość ruchów,
- pożądane są warunki umożliwiające pracę przy zmiennym obciążeniu, zgodnym z rytmem biologicznym i upodobaniami pracownika,
- nie należy przekraczać dopuszczalnych wartości wydatku energetycznego ustalonych dla określonego wieku i płci pracownika

Zasady ekonomiki ruchu **F. Gilbreth**

1. Główne czynności manipulacyjne i ruchy kontrolowane powinny odbywać się w obrębie stref wygody ruchów, właściwych dla danego typu pracy,
2. Kończyna górna nie powinna być wykorzystywana do długotrwałego podtrzymywania i celowania – ze względu na obciążenie statyczne,
3. Praca statyczna powinna być zastępowana dynamiczną,
4. Ruchy kończyn górnych powinny być równoczesne i symetryczne,
5. Ruchy kończyn górnych powinny być rytmiczne.
6. Główne czynności manipulacyjne i ruchy kontrolowane powinny odbywać się w obrębie stref wygody ruchów, właściwych dla danego typu pracy,

Zasady ekonomiki ruchu **F. Gilbreth**

7. Ruchy kończyn górnych powinny być ciągłe, płynne i wykonywane spokojnie lub rzutowo. Uderzenia i przemieszczenia nie powinny być kierowane pod górę.
8. Rozległe ruchy swobodne powinny przebiegać po trajektoriach zaokrąglonych. Ruchów po liniach prostych należy unikać. Ruchy swobodne są szybsze i łatwiejsze niż ruchy kontrolowane.
9. Należy preferować ruchy ręki i przedramienia, ale ruchy powinny być urozmaicone.
10. Jeżeli zachodzi potrzeba stosowania ruchów prostych to należy wyrabiać automatyzm ich wykonania. Aby uniknąć lub ograniczyć monotonię przy takich pracach, należy robić przerwy, zmieniać wzajemnie obsadę na stanowiskach pracy (rotacja) i urozmaicać sposoby wykonywania pracy.

Obciążenie psychiczne



OCENA SZACUNKOWA OBCIĄŻENIA PSYCHICZNEGO

W celu określenia obciążenia psychicznego każdy proces pracy dzieli się na 3 etapy:

- uzyskiwanie informacji, czyli procesy na wejściu, polegające na odbiorze i odczytywaniu sygnałów, zawierających określone informacje,
- podejmowanie decyzji, czyli procesy centralne, polegające na przetwarzaniu otrzymywanych informacji na odpowiednie decyzje,
- wykonywanie czynności, czyli procesy na wyjściu.

ISTOTNE PARAMETRY WYSIŁKU PSYCHICZNEGO

- złożoność
- zmienność
- powtarzalność
- ważność
- dokładność
- szybkość przebiegu danego zjawiska



WYSIŁEK PSYCHICZNY

- zwiększa się przy wzroście złożoności, zmienności i ważności odebranej informacji oraz wymaganej dokładności i szybkości odbioru
- zmniejsza się przy informacjach powtarzających się



ZASADY DOTYCZĄCE KSZTAŁTOWANIA WYSIŁKU PSYCHICZNEGO DOTYCZĄ

- odbioru informacji
- podejmowania decyzji
- wykonywania czynności



OCENY CZĄSTKOWE WYSIŁKU PSYCHICZNEGO

Ocena słowna	Ocena w punktach
Obciążenie minimalne	0
Obciążenie małe	1 - 5
Obciążenie średnie	6 - 10
Obciążenie duże	11 - 15
Obciążenie bardzo duże	16 - 20

Odbiór informacji



- przeciążenie kanału informacyjnego powoduje szybkie zmęczenie psychiczne i może doprowadzić do blokady kanału
- przekazywanie ciągle tego samego bodźca przez dłuższy czas wywołuje zjawisko „habitacji”, czyli swoistego „uodpornienia się” narządu zmysłu na ten bodziec i zanik reakcji
- czas reakcji na proste bodźce słuchowe i dotyk wynosi 0,16 – 0,21 sekundy, na bodźce wzrokowe 0,19 – 0,26 sekundy, a na sygnał złożony, np. układ świateł, zespół tonów – nawet 1 sekundę lub więcej

Podejmowanie decyzji

- charakter decyzji: proste, złożone
- częstotliwość podejmowania decyzji
- presja czasu



Wykonywanie czynności (sterowanie efektorami)

- urządzenia sterownicze powinny być łatwe do zidentyfikowania
- kierunek ruchu urządzeń sterowniczych powinien być zgodny ze skutkiem jaki ma być spowodowany
- położenie urządzeń sterowniczych powinno być w optymalnym zasięgu rąk lub nóg pracownika
- powinna być zapewniona jednoczesność ruchów wykonywanych obiema rękami,
- do kontroli wykonywanych ruchów powinno wystarczyć zaangażowanie tylko jednego zmysłu (należy przewidzieć możliwość wyłączenia udziału wzroku)

Całkowita ocena wysiłku psychicznego

Suma punktów	Ocena słowna
0	Wysiłek minimalny
1-15	Wysiłek mały
16-30	Wysiłek średni
31-45	Wysiłek duży
46-60	Wysiłek bardzo duży



odbiór informacji
podejmowanie decyzji
wykonywanie czynności

Monotonia pracy

W **monotonii** występują podobne symptomy jak przy zmęczeniu, mianowicie senność i otępienie myślowe, ale można je przezwyciężyć przez przejście do zmiennej interesującej czynności. **Pojęcie monotonii** określa zarówno sytuację w pracy, jak i stan psychiczny.

Monotonii sprzyjają:



- mały zakres obserwacji
- okazynie potrzebne zmiany pozycji
- obecność jednostajnego, rytmicznego bodźca
- braku możliwości ruchu ciała
- ciepłe pomieszczenie robocze



OCENA MONOTONII PRACY

L.p.	Kryteria oceny monotonii	tak	nie
1.	Niezmiennność (jednostajność) procesu pracy		
2.	Niezmiennność (jednostajność) otaczających warunków		
3.	Konieczność stałego zachowania uwagi bez możliwości myślenia o sprawach nie związanych z pracą		
4.	Łatwość pracy, znacznie zmniejszająca potrzebę procesów intelektualnych (myślenia, rozumienia)		

CAŁKOWITA OCENA OBCIĄŻENIA PSYCHICZNEGO

Lp.	Elementy oceny	Ocena słowna	Ocena punktowa
1.	Ocena sumaryczna wysiłku psychicznego związanego z odbiorem informacji, podejmowaniem decyzji, wykonywaniem czynności		
2.	Ocena monotonii		
3.	Całkowita ocena obciążenia psychicznego		

ZMNIEJSZENIE OBCIĄŻEŃ PSYCHICZNYCH

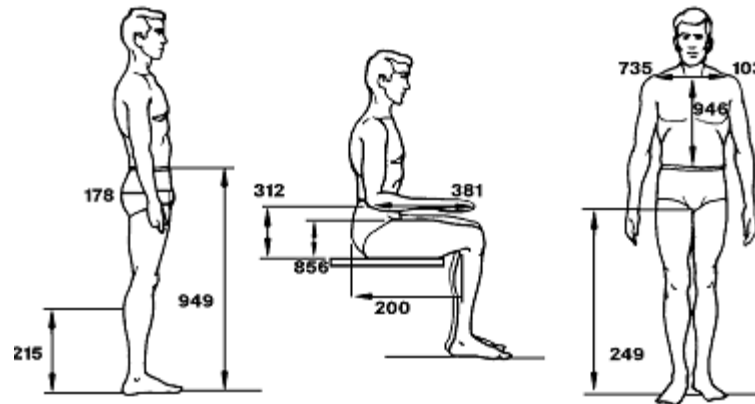
- obciążenie psychiczne związane z wykonywaniem zadań powinno być dostosowane do kwalifikacji i możliwości pracownika
- należy wyeliminować lub maksymalnie ograniczyć zjawiska wywołujące monotonię:
 - jednostajną pracę o dużej powtarzalności
 - niezmiennosc warunków otoczenia
 - zbyt dużą łatwość pracy, nie wymagającą myślenia
 - brak możliwości bezpośrednich kontaktów między pracownikami
 - konieczność długotrwałego napięcia uwagi

Ocena antropometryczna stanowiska pracy



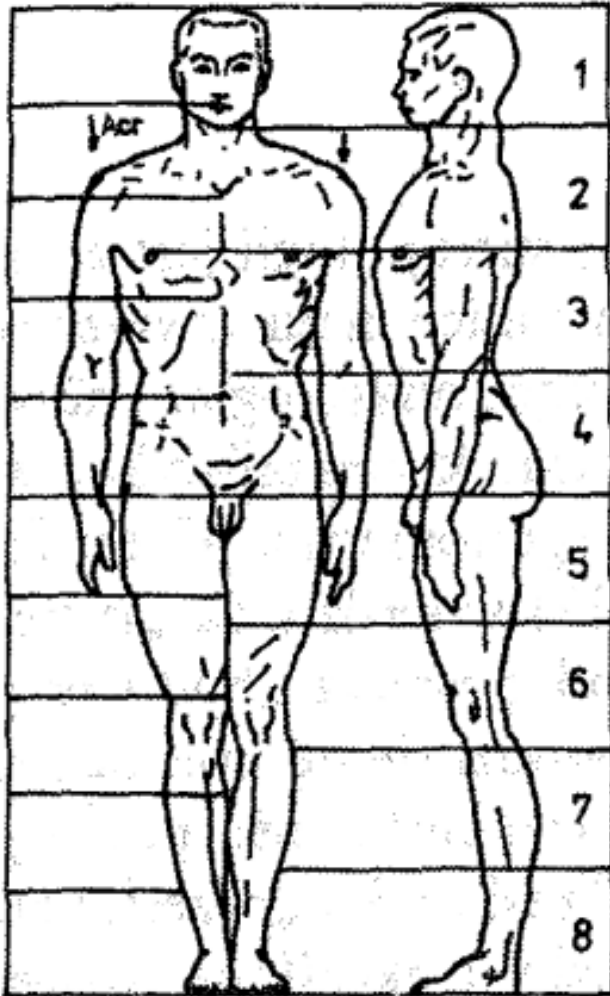
Antropometria

Nazwa **antropometria** wywodzi się od greckich słów *anthropos* – człowiek, *metron* – miara



Francuski antropolog J. Papillault (1863-1934) zadania antropometrii określił jako „przetłumaczenie rozmiarów i kształtów ciała ludzkiego na liczby i określone stosunki ilościowe”.

Kanon grecki

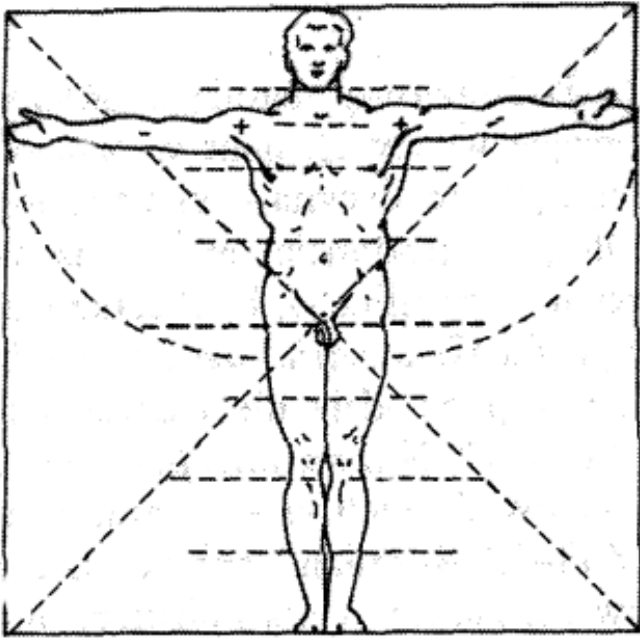


Podział ciała na części dziesiętne i osiem głów (kanon Kurosa)

Głowa mieści się 8 razy we wzroście, klatka piersiowa przechodzi w płaszczyznę brzucha z podkreśleniem cylindrycznego kształtu bioder

Kanon rzymski

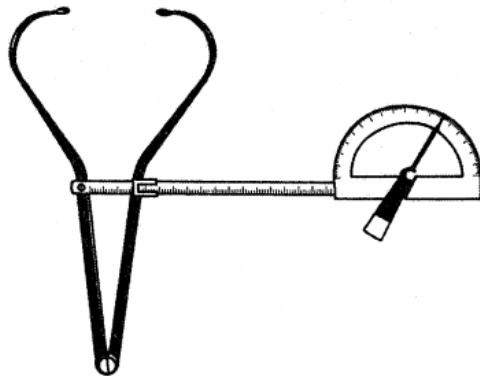
Mężczyzna wpisany w kwadrat



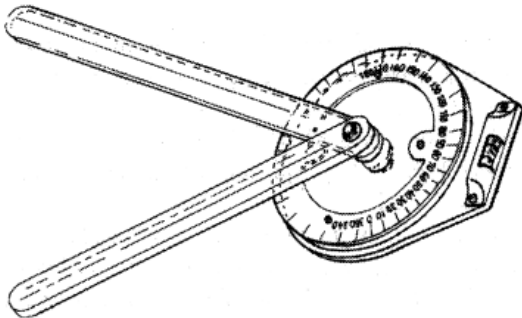
Witruwiusz (I w.n.e.), wykorzystując źródła greckie, wysokość ciała i zasięg wpisał w czworobok. W sztuce rzymskiej postaci ludzkie mają budowę atletyczną

Renesans – Leonardo da Vinci proponuje odejście od ideału do obrazu rzeczywistej budowy ciała i jej zmienności. Studiuje rozwój proporcji ciała człowieka od dziecka do dorosłego.

Pomiary



Cyrkiel kątowny mały służy do pomiarów odległości między dwoma punktami na powierzchniach sferycznych, głównie głowy lub czaszki



Goniometr ortopedyczny służy do pomiarów zakresu ruchów różnych stawów

Atlas antropometryczny

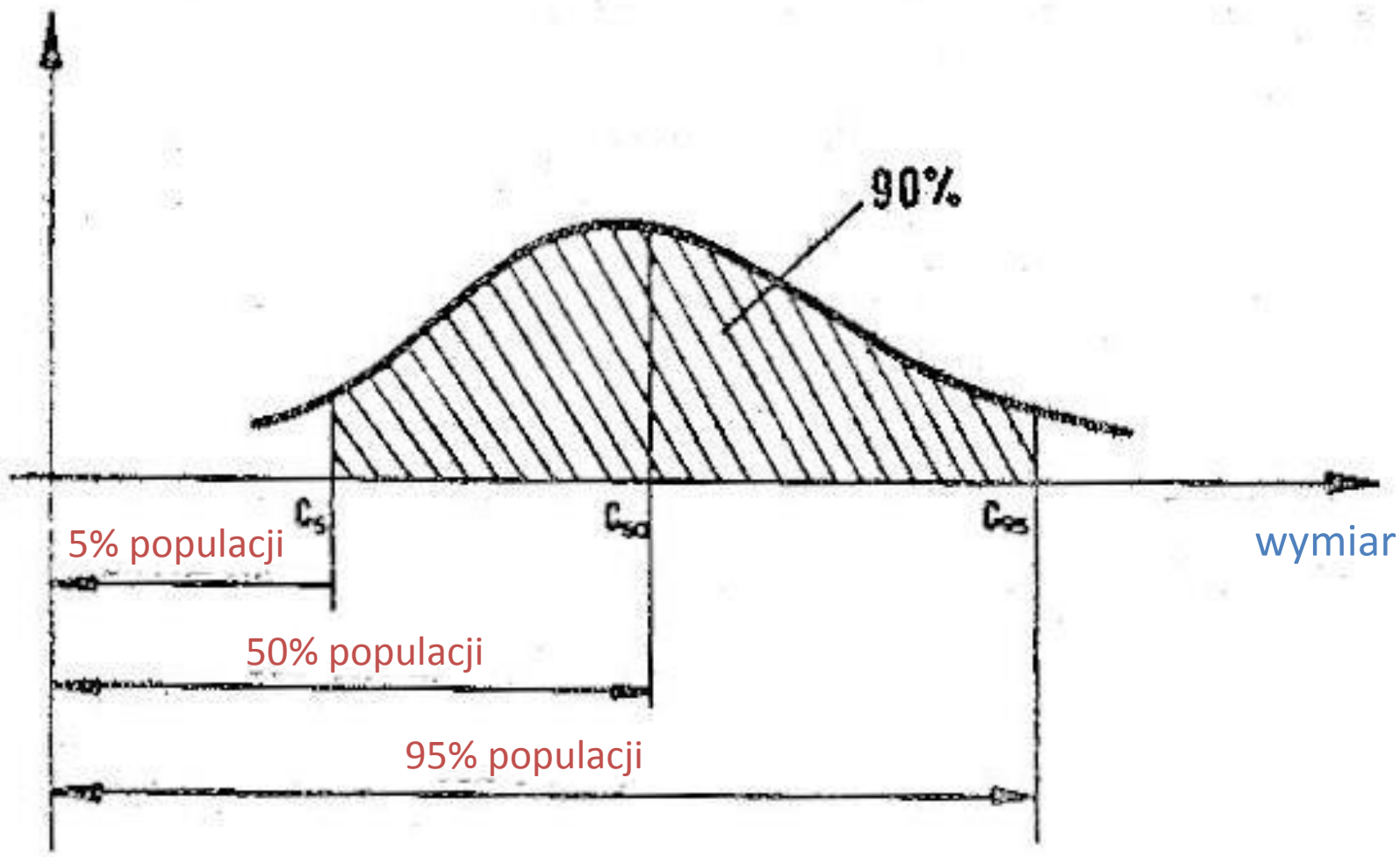
Zawiera charakterystyki centylowe dorosłej ludności Polski dla obu płci (ok. 200 cech):

- cechy somatyczne
(wysokości, szerokości, długości, obwody)
- cechy funkcjonalne
(zakresy kątowe i dystanse ruchów)

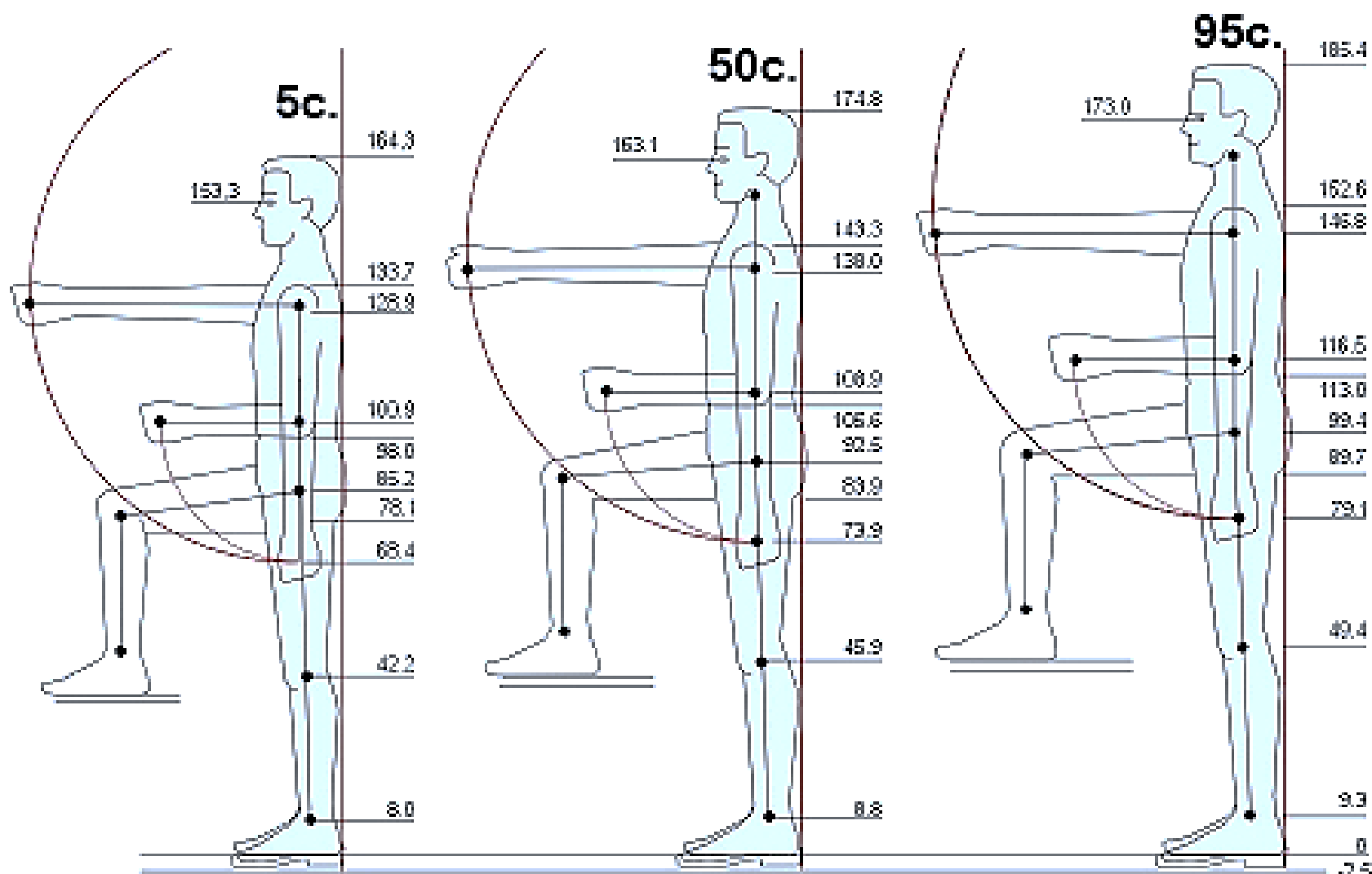
Centyle oblicza się z próbki losowej, przy czym 5 i 95 centyl, nazywa się odpowiednio dolnym C_5 i górnym C_{95} a 50 centyl medianą C_{50}

C_5 , C_{95} – wymiary progowe

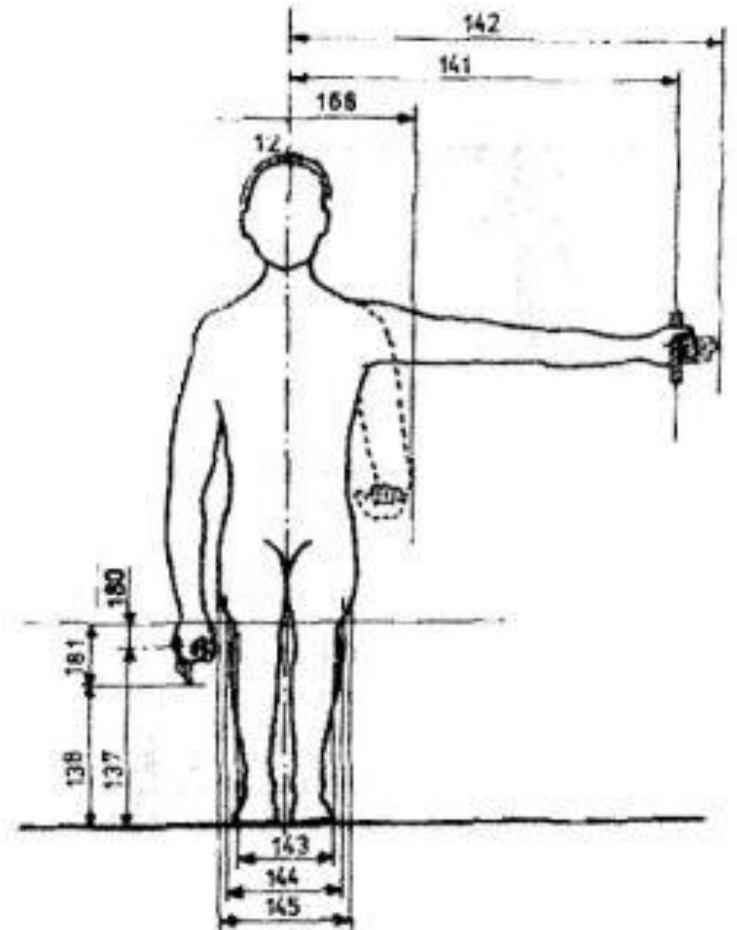
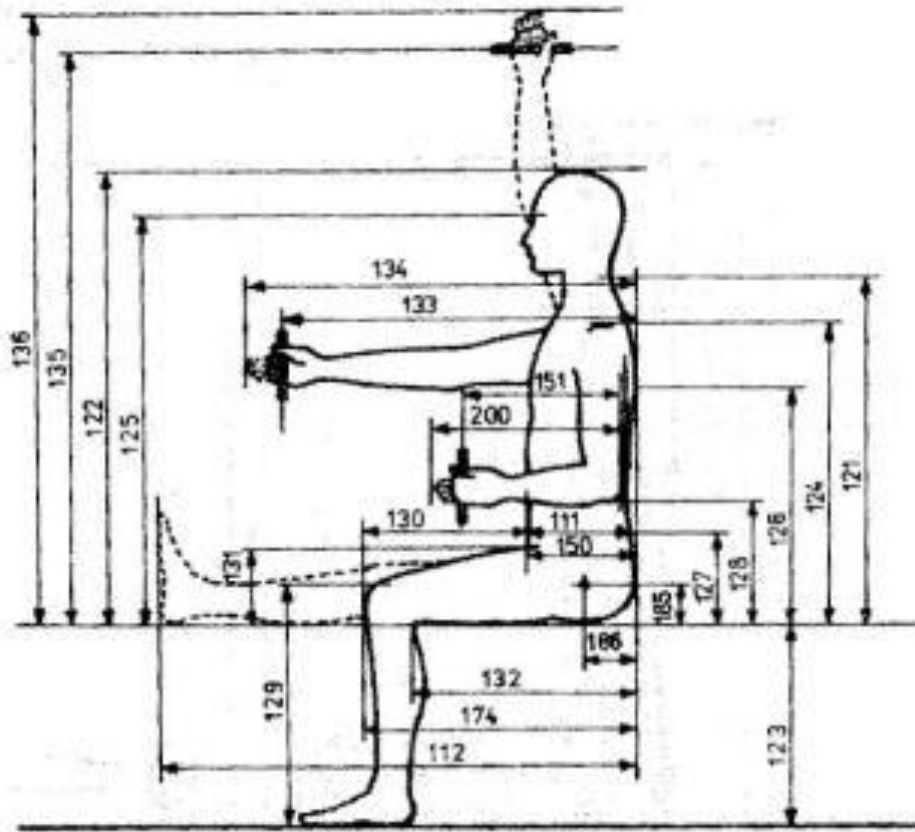
Interpretacja graficzna centyli



Modele centylowe populacji mężczyzn wg prognozy PL-2000



Pozycja siedząca



Człowiek przeciętny

4065

zbadanych osób

1052

(25,9% całości)

przeciętny wzrost

302 (z 1052 osób) (7,4% całości)

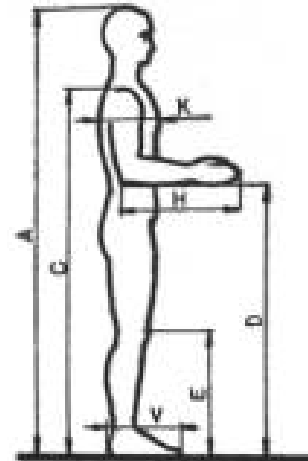
przeciętny obwód klatki piersiowej

143 (z 302 osób) (3,5% całości)

przeciętna długość ramienia

2 osoby miały 9 cech antropometrycznych „przeciętnych”

ani jedna osoba nie miała 10 cech „przeciętnych”



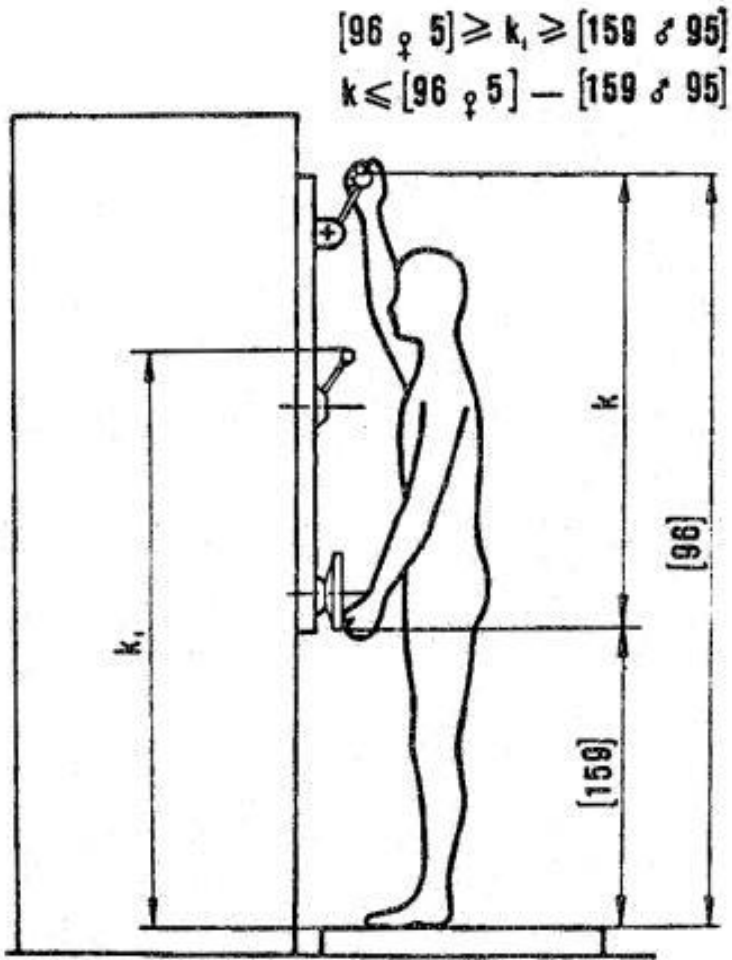
Zasięg rąk

Cecha 96

Maksymalny górny zasięg ręki

Cecha 159

Maksymalny zasięg dolny ręki



Zapis weryfikacyjny

$$K < [158 \text{ ♀ } 5]$$

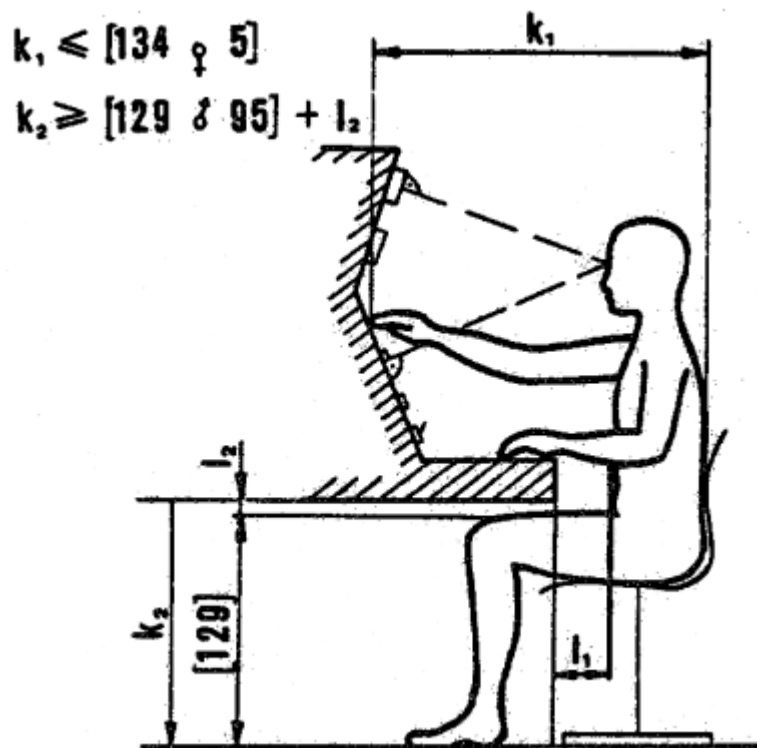
Numer cechy

Centyl

♂, ♀ - oznaczenie płci

Wymiar
konstrukcyjny

Przykładowe cechy (wymiary)



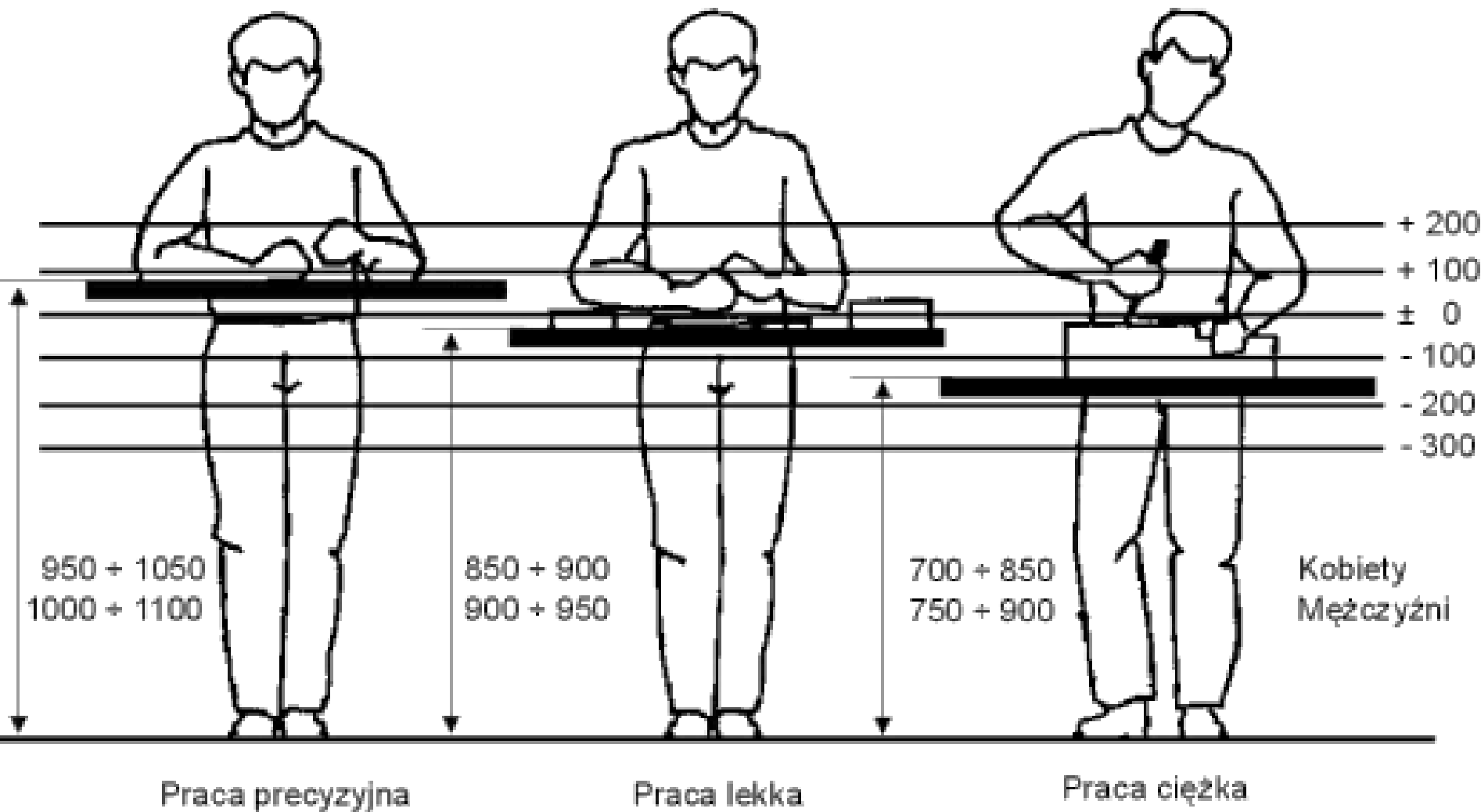
Cecha 134

Maksymalny zasięg przedni ręki

Cecha 129

Wysokość kolana w pozycji siedzącej

Rekomendowane wysokości stołów do pracy w pozycji stojącej (wg E. Grandjeana)



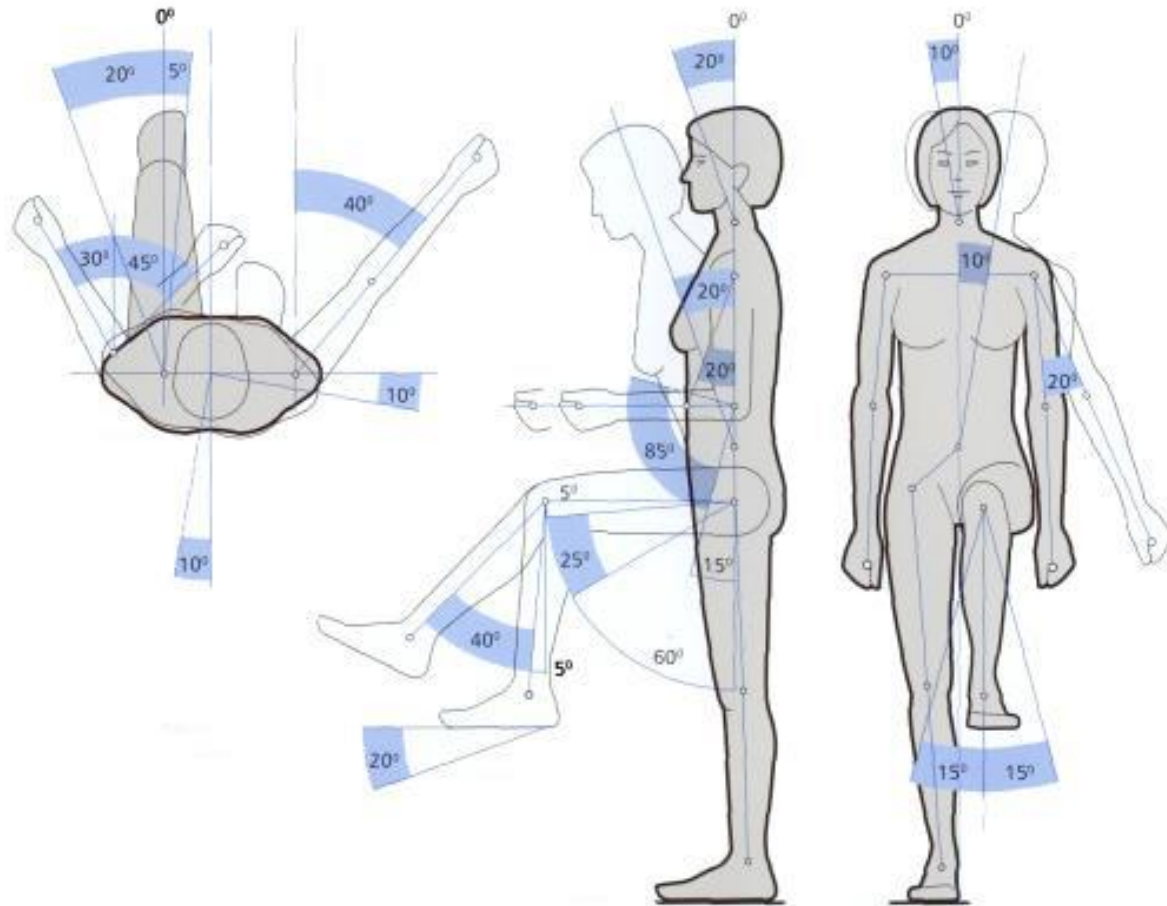
Wykorzystanie antropometrii w kształtowaniu struktury przestrzennej

- **Biomechanika** – kątowe zakresy ruchu, siły, masa ciała
- **Przestrzeń pracy** – przestrzeń widzenia, przestrzeń pracy rąk, pozycje robocze
- **Wymiary bezpieczeństwa** – wymiary dostępu, ochrony oczu i twarzy, ochrony głowy, ochrony słuchu, ochrony układu oddechowego, ochrony rąk, stóp oraz całego ciała



Optymalne zakresy kątowe ruchów części ciała

obejmują wartości określone jako komfortowe lub łatwe, uwzględniające możliwości ponad 95% całej populacji – łącznie kobiet i mężczyzn

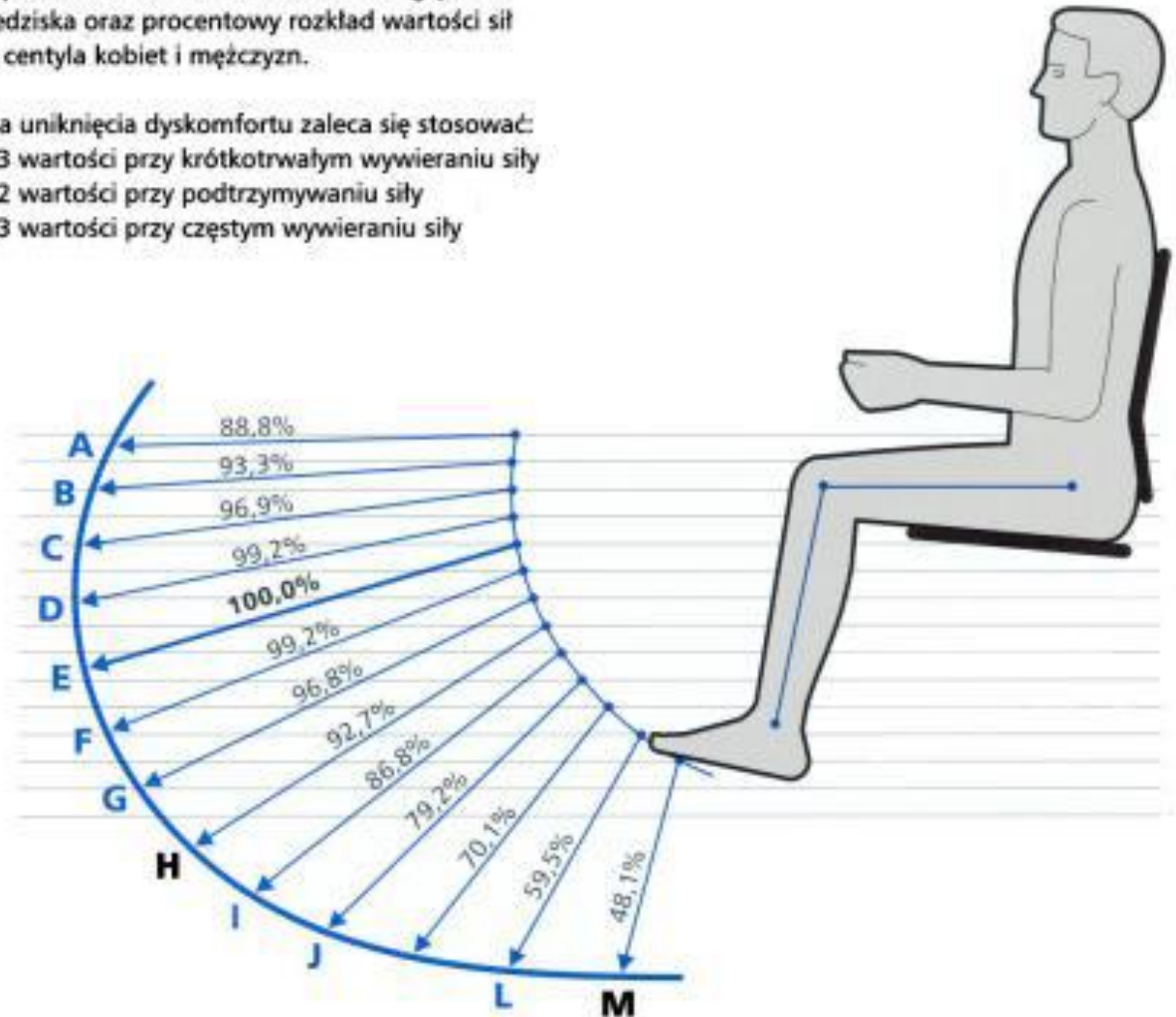


Rozkład sił kończyny dolnej

Wartość sił (N) kończyny dolnej działającej na pedał w poziomach od +20 do -40 cm względem siedziska oraz procentowy rozkład wartości sił 5. centyla kobiet i mężczyzn.

Dla uniknięcia dyskomfortu zaleca się stosować:
 2/3 wartości przy krótkotrwałym wywieraniu siły
 1/2 wartości przy podtrzymywaniu siły
 1/3 wartości przy częstym wywieraniu siły

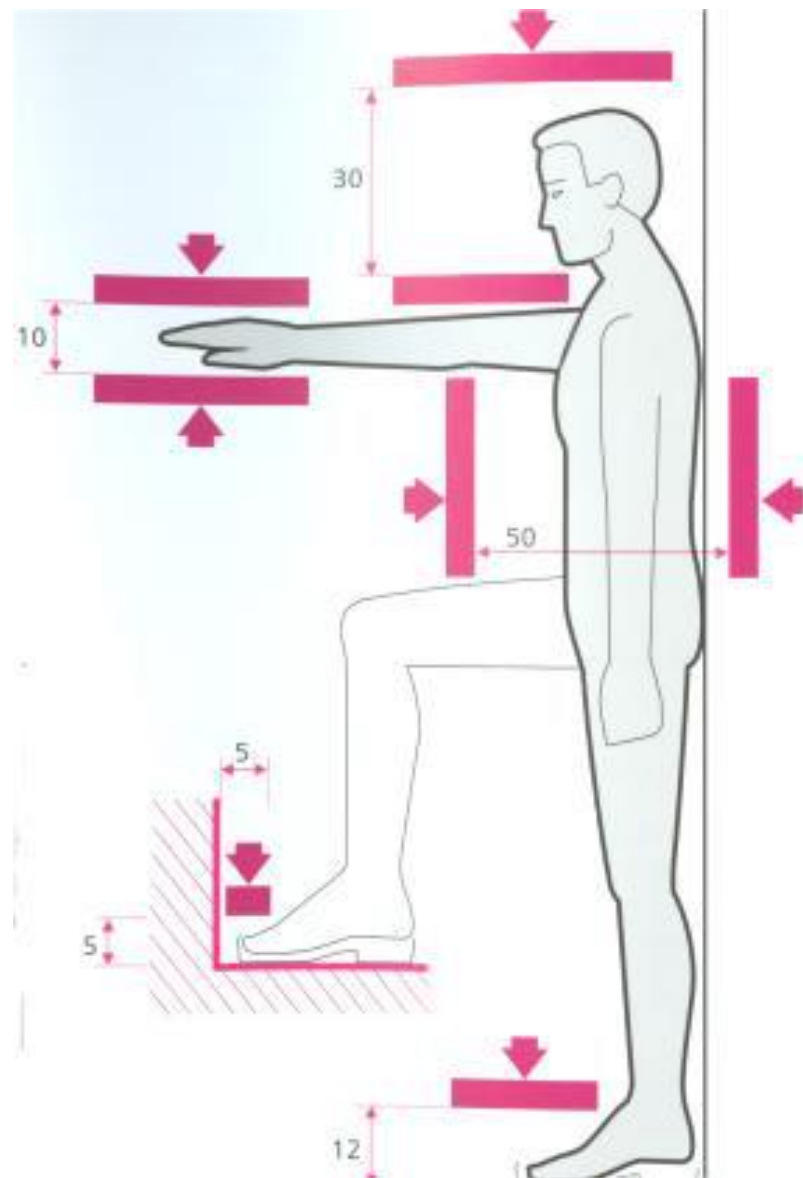
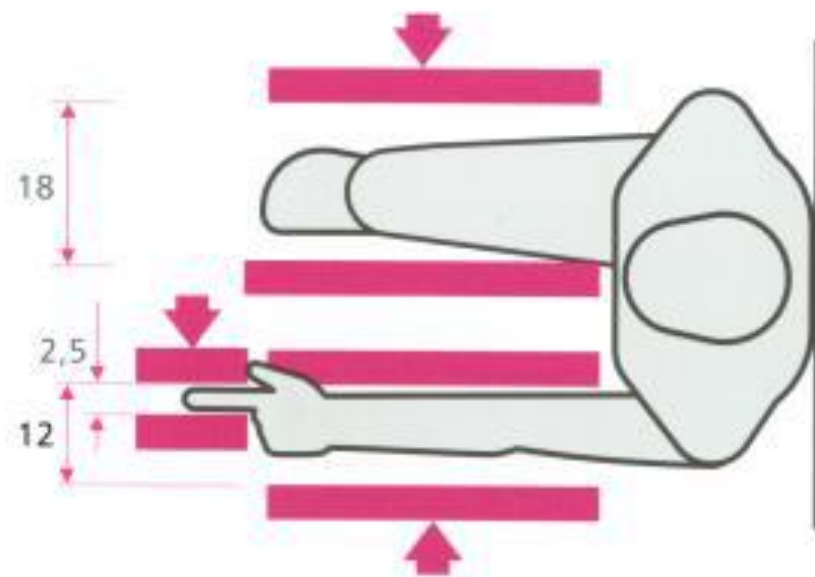
	Kobiety	Mężczyźni
	5 c	5 c
A	589,7	939,5
B	619,9	987,6
C	643,6	1025,3
D	658,7	1049,4
E	664,1	1058,1
F	659,0	1049,9
G	642,8	1024,1
H	615,3	980,3
I	576,4	918,3
J	526,3	838,5
K	465,5	741,6
L	395,4	629,9
M	319,3	508,6

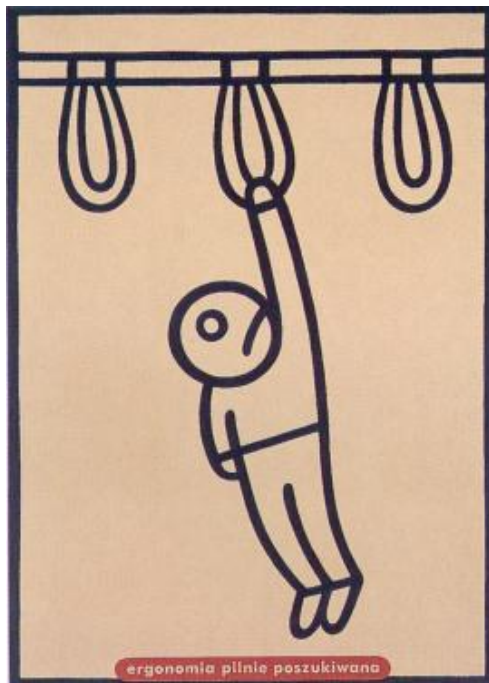


Minimalne odstępy

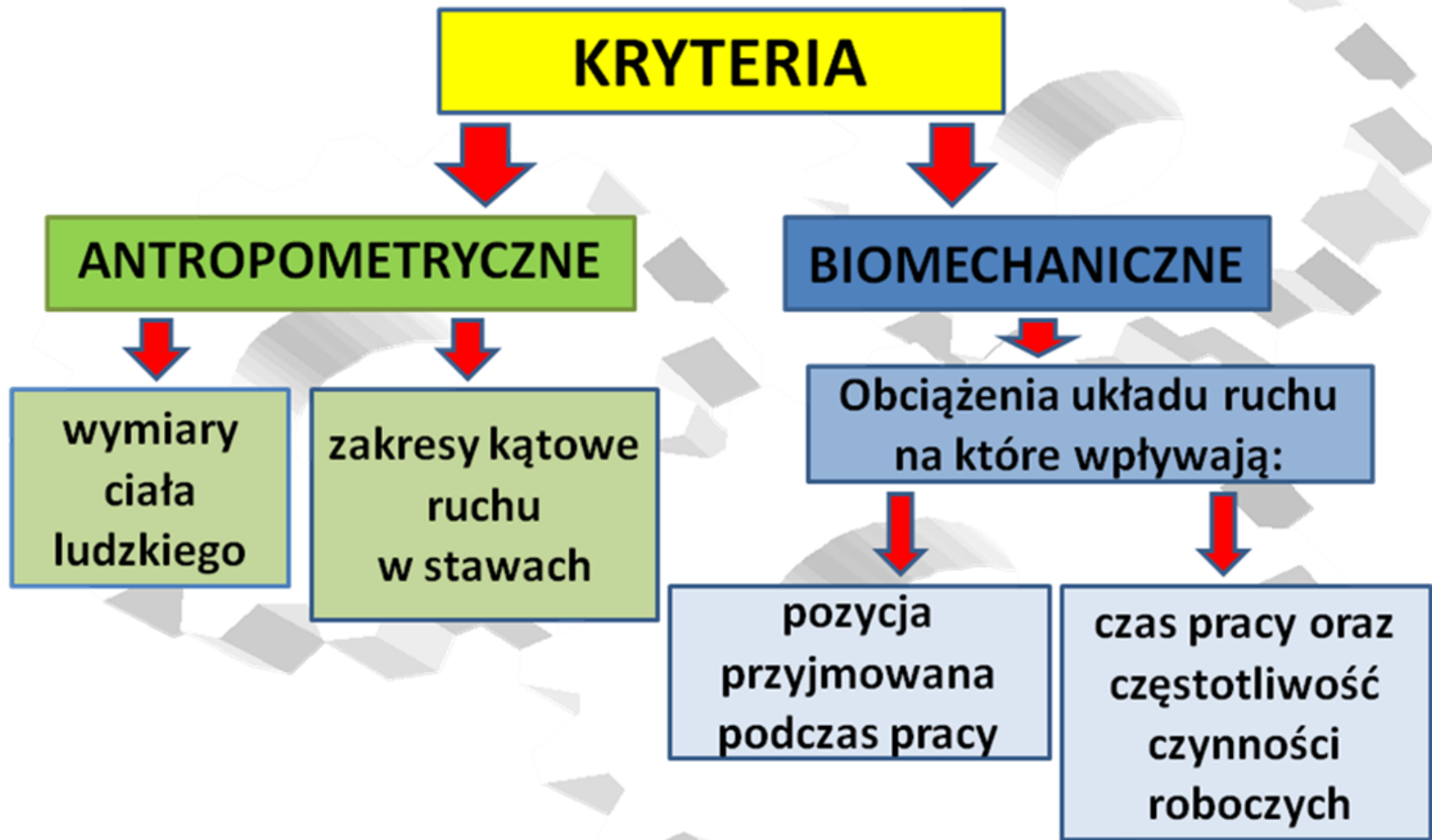
Zapobiegające zgnieceniu części ciała

Wymiary w **cm** wg normy **PN-EN 349**

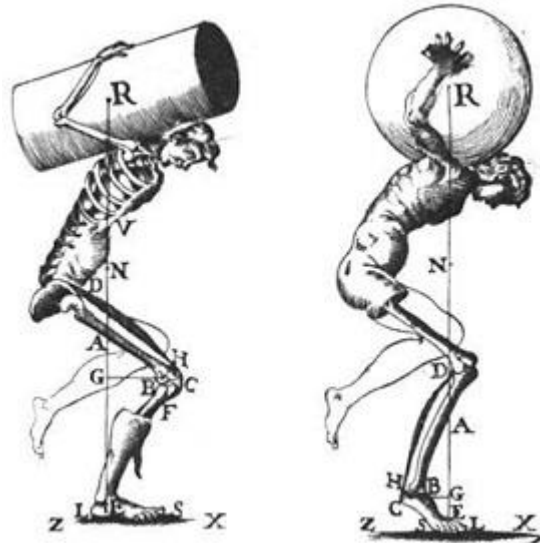




Projektowanie ergonomiczne



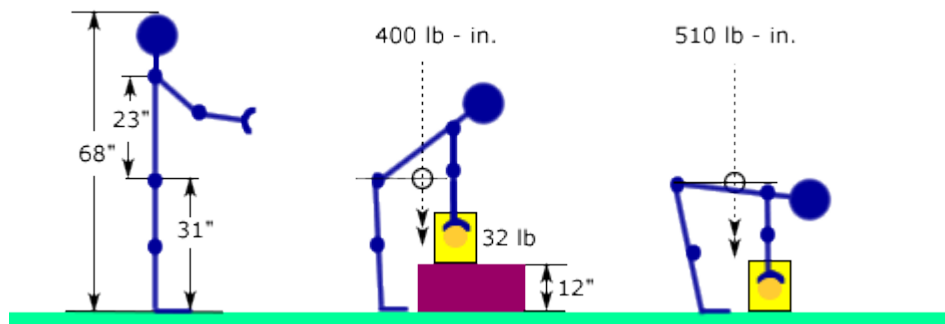
Biomechanika pracy



Biomechanika pracy

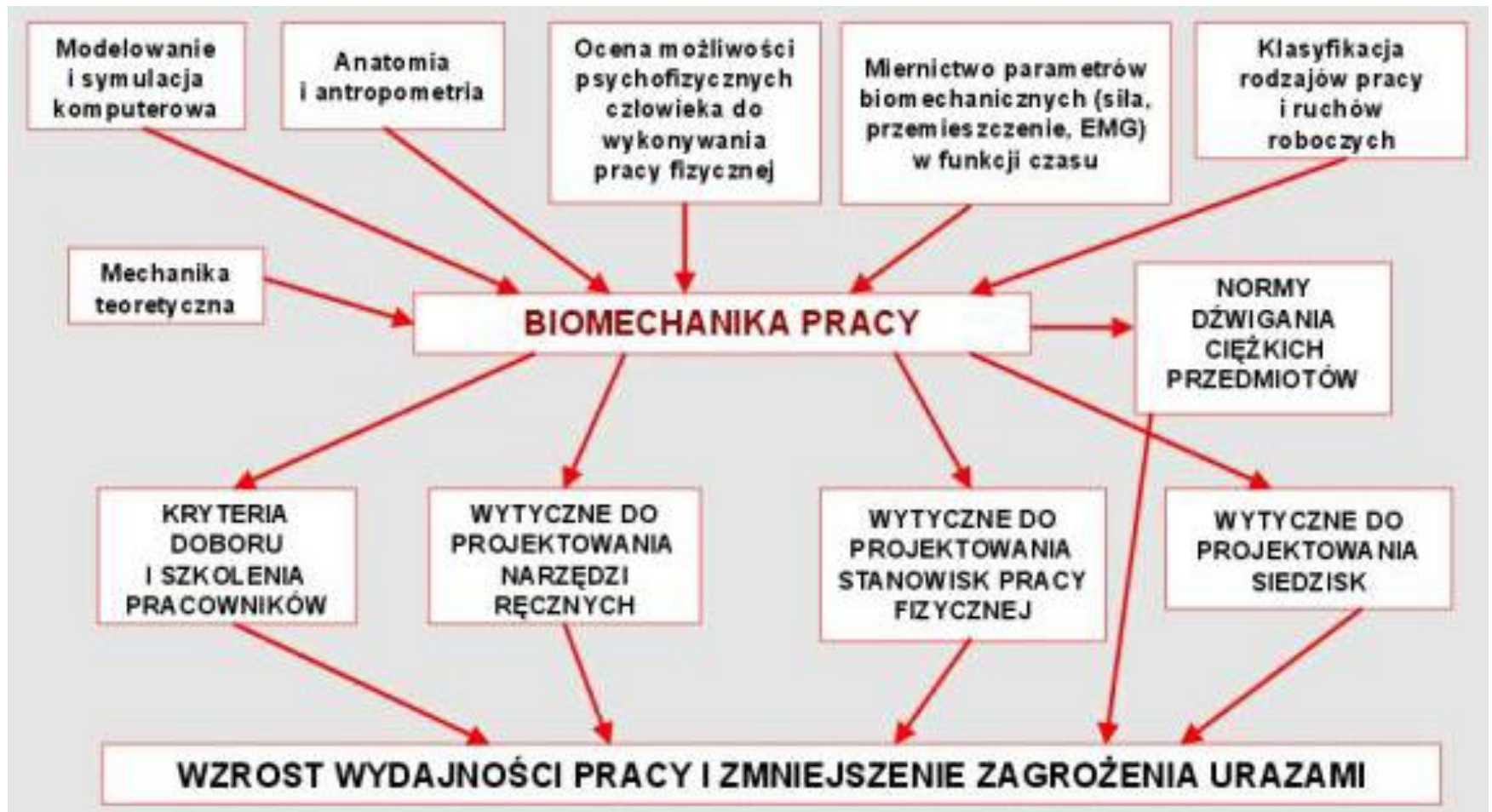
Biomechanika pracy - jej przedmiotem jest rozpatrywanie przyczyn i skutków obciążeń układu mięśniowo-szkieletowego, wynikających z pracy fizycznej.

Biomechanika pracy odgrywa istotną rolę przy projektowaniu procesów i stanowisk pracy bezpiecznych dla zdrowia człowieka. Uwzględnia się tu natychmiastowe (np. uderzenie) i skumulowane w czasie (np. działanie drgań) skutki działania sił występujących w procesie pracy.



Fundamenty ergonomii

Biomechanika pracy, wraz z fizjologią i psychologią, tworzy fundament współczesnej ergonomii



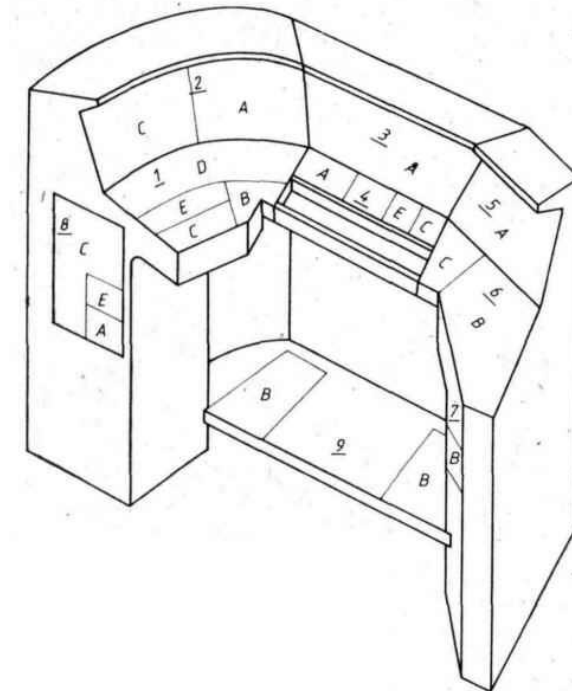
Metody biomechaniki pracy obejmują

- badanie struktury i funkcji układu mięśniowo-szkieletowego, traktowanego jako aparat pracy (w tym także wybrane problemy z zakresu anatomii i antropometrii),
- miernictwo parametrów biomechanicznych sił i momentów sił działających na ciało człowieka, przemieszczeń, prędkości i przyspieszeń segmentów ciała podczas pracy i elektrycznych (elektromiografia),
- modelowanie matematyczne i symulację komputerową procesu pracy,
- sposoby oceny wydolności organizmu człowieka przy wykonywaniu typowych prac (np. przenoszenie ciężarów, pracy operatora sprzętu mechanicznego lub komputera),
- klasyfikację rodzajów pracy fizycznej i ruchów roboczych

Rodzaje urazów przy pracy

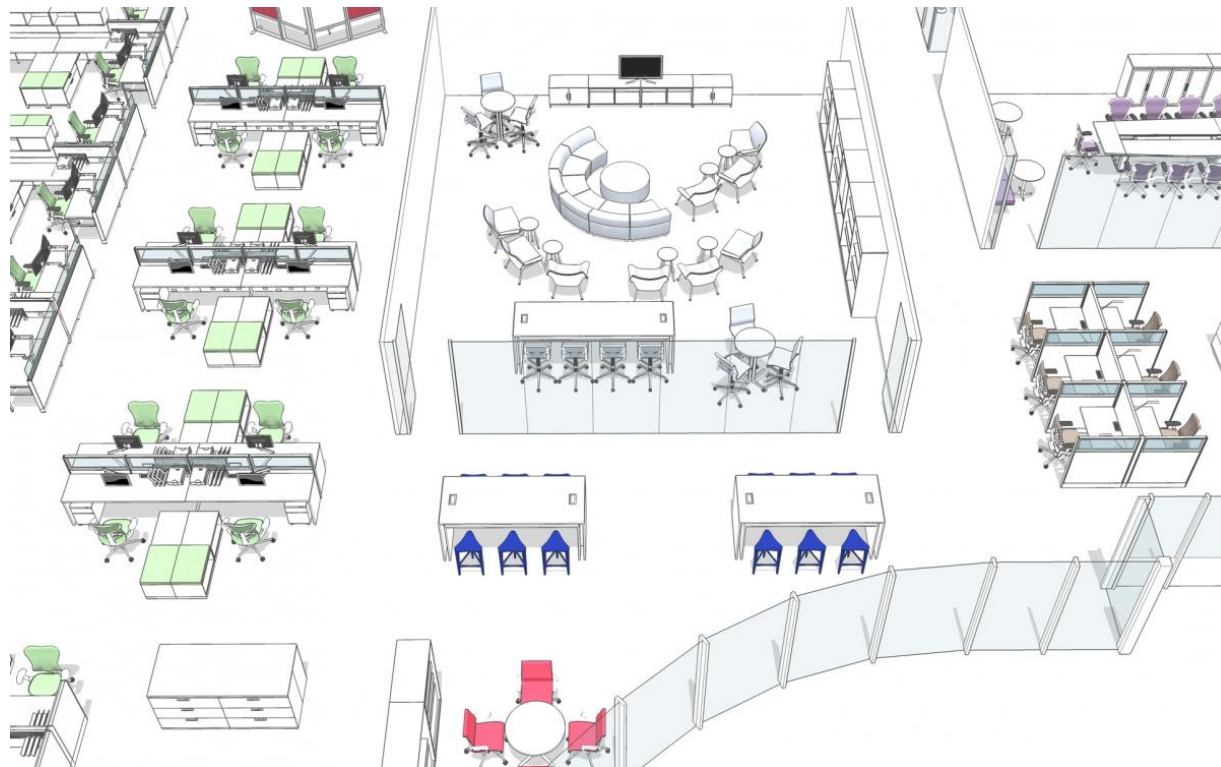
Sposób działania siły	Rodzaj urazu	Typowe objawy medyczne
Nagły (uderzenie, zderzenie)	potłuczenie	kontuzje, rany szarpane, złamania, amputacje, zwichnięcia, wstrząsy mózgu itp.
Ciągły, w trakcie ruchów roboczych	przeciążenie	zapalenie ścięgien i pochewek ścięgnowych, bóle mięśni, uciśnięcia nerwów, bóle krzyża itp.

Rozmieszczenie urządzeń kontrolno-sterowniczych



Projektowanie ergonomiczne

Projektowanie stwarzające największe szanse uzyskania systemu człowiek – obiekt techniczny o pożądanym poziomie ergonomicznym

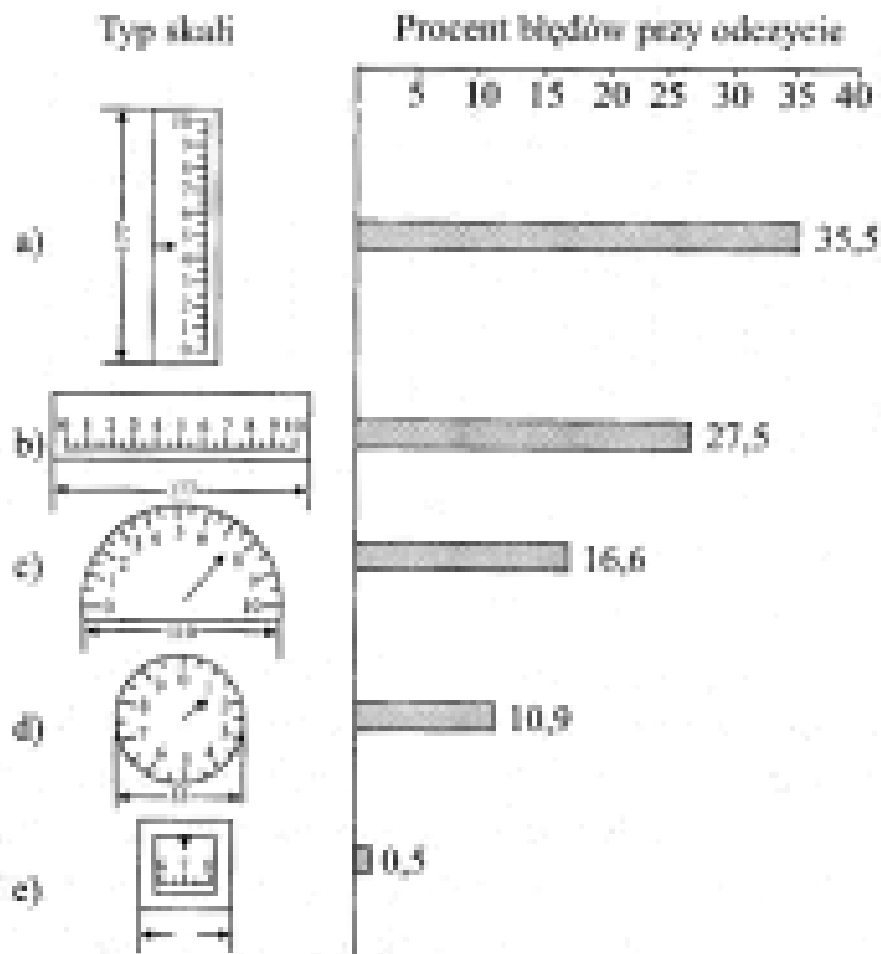


Cechy wskaźników wychyłowych

Kształt tarczy

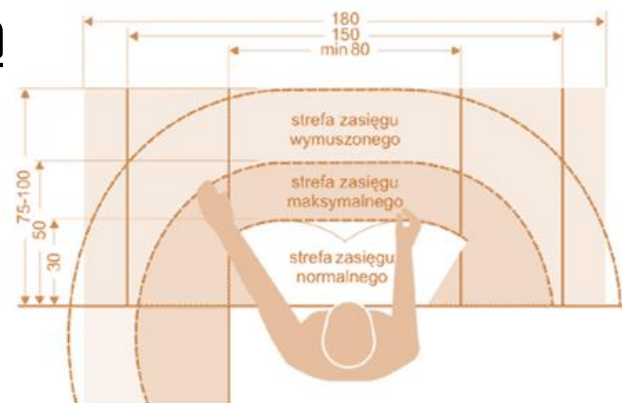
Dokładność odczytu podziałki:

- a) tarcza liniowo-pionowa
- b) tarcza liniowo-pozioma
- c) tarcza półokrągła
- d) tarcza okrągła
- e) tarcza okienkowa



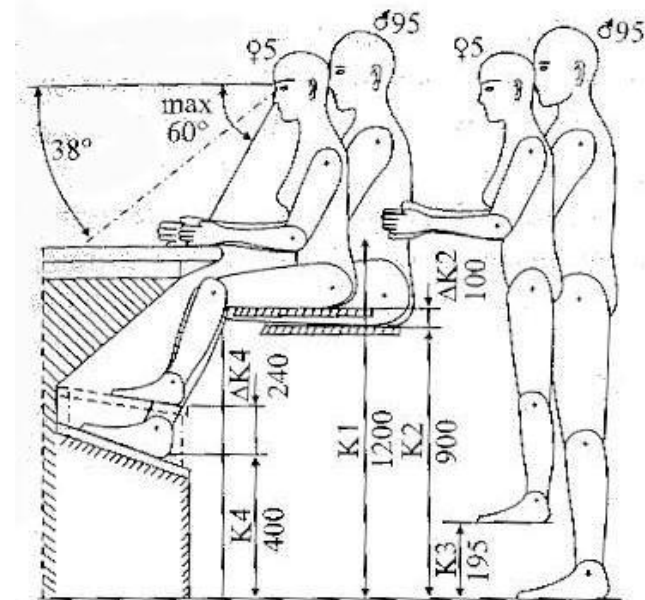
Lokalizacja w strefach zasięgowych:

1. lokalizacja w strefie zasięgu normalnego i dobrej widoczności – elementy ważne, często używane,
2. lokalizacja w granicach zasięgu maksymalnego oraz widoczności w granicach łatwego ruchu głowy – elementy mniej ważne, rzadziej używane,
3. lokalizacja w strefach dalszych, wymagających niewielkiego przekroczenia granicy zasięgu maksymalnego, ruchu tułowia, względnie przemieszczania się - elementy nie mają znaczenia w podstawowym procesie sterowania



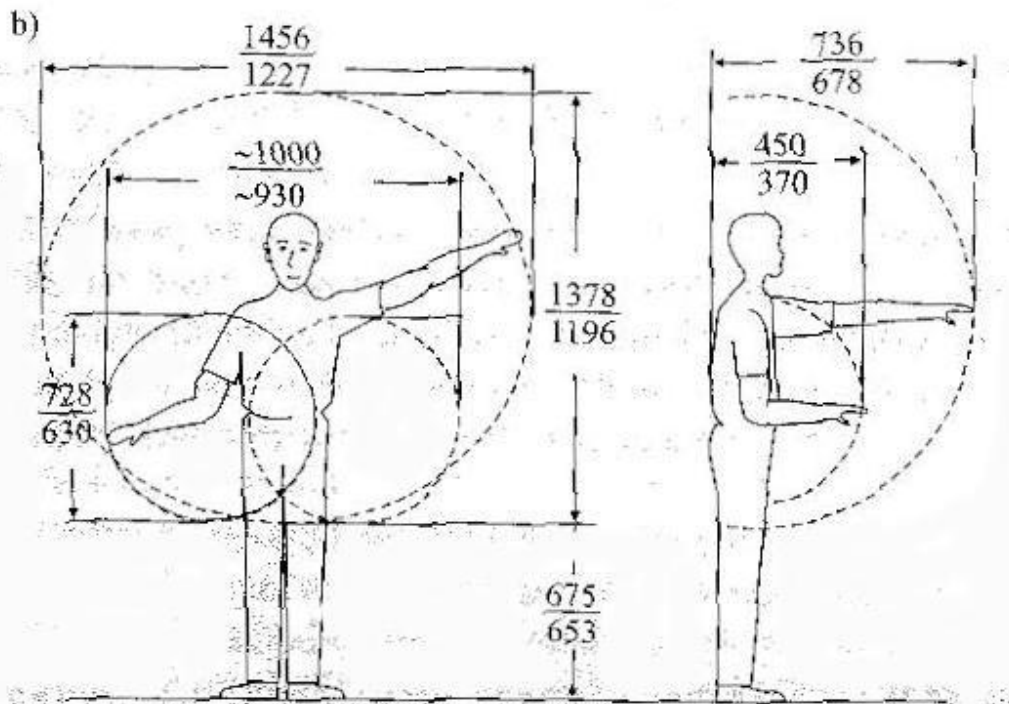
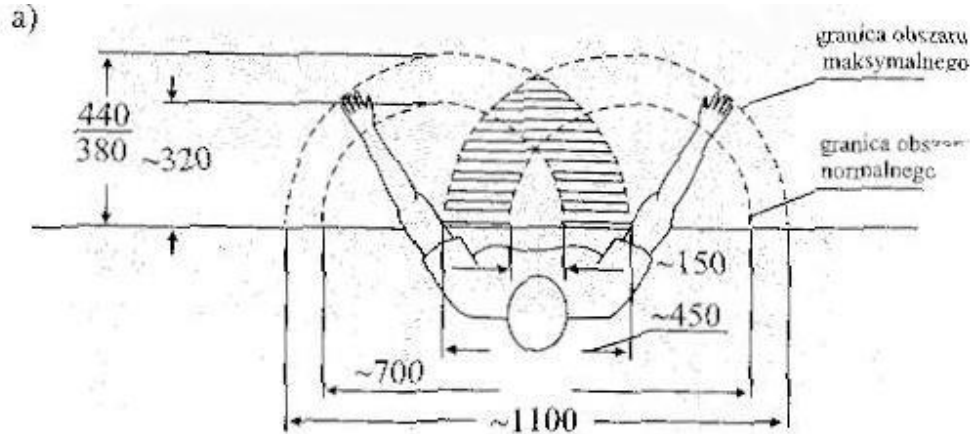
Projektowanie ergonomiczne układu człowiek - maszyna

- Metoda fantomów (manekinów)
- Metoda makiet
- Metoda schematów obszaru pracy
- Metoda fantomów komputerowych
- Metoda bezpośrednia



fantomy

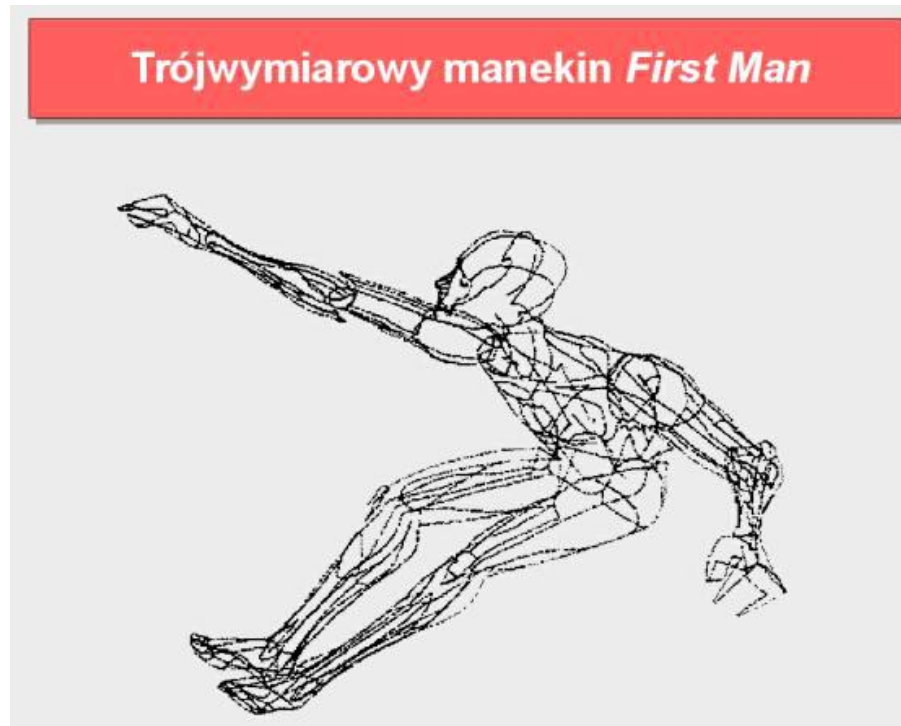
Metoda schematów obszarów pracy



Funkcjonalne
normalne i maksymalne
zasięgi kończyn górnych
mężczyzn (w liczniku) i
kobiet (w mianowniku)
dla 5 centyla

Metoda fantomów komputerowych

Manekiny Boeinga stosowano do oceny zasięgu rąk i pola widzenia



Jednym z pierwszych trójwymiarowych manekinów komputerowych był *First Man* opracowany w 1968 r. w firmie Boeing z przeznaczeniem do projektowania kabiny pilotów samolotu Boeing 747

Metoda fantomów komputerowych

Prace nad programem **SAMMIE** (System for Aiding Man-Machine Interaction Evaluation) rozpoczęto w Anglii w 1967 r.

Jeden z najpopularniejszych programów typu ErgoCAD.

Ciało człowieka oraz elementy jego otoczenia (stanowisko pracy, wnętrze samochodu, itp.) modelowane są za pomocą prostych brył typu wielościanów, chociaż możliwe jest także utworzenie bardziej precyzyjnych elementów o nieregularnych kształtach.

Metoda fantomów komputerowych

Przykład zastosowania programu SAMMIE



Wirtualna rzeczywistość



Środowisko pracy



Działanie czynników środowiska pracy

Skutki działania czynników materialnego środowiska pracy na człowieka i pośrednio na jego pracę zależą od:

- rodzaju działającego czynnika (np. hałas, oświetlenie, itp.),
- czasu i okresów działania tych czynników,
- nasilenia (stężenia, natężenia),
- uciążliwości pracy,
- indywidualnej odporności i wrażliwości człowieka na dany czynnik oraz stanu zdrowia i aktualnej jego kondycji.



Klasyfikacja czynników według ich rodzaju

- chemiczne
- fizyczne
- biologiczne
- psychofizjologiczne
- społeczne

Ergonomia

